

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Antonia Tromba

**ARHITEKTURA CLOUD COMPUTING
PLATFORME**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2017.

Zagreb, 15. ožujka 2017.

Zavod: **Zavod za informacijsko komunikacijski promet**
Predmet: **Informacijski sustavi mrežnih operatera**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3875

Pristupnik: **Antonia Tromba (0135166347)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Informacijsko-komunikacijski promet**

Zadatak: **Arhitektura Cloud Computing platforme**

Opis zadatka:

U radu je potrebno istražiti evolucijski razvoj Cloud Computing platforme. Objasniti arhitekturu usluga. Detaljno prikazati prednosti i nedostatke. Istražiti sigurnost i privatnost primjene CC.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:



prof. dr. sc. Dragan Peraković

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

ARHITEKTURA CLOUD COMPUTING PLATFORME
ACHITECTURE OF CLOUD COMPUTING
PLATFORM

Mentor: prof. dr. sc. Dragan Peraković

Student: Antonia Tromba

JMBAG: 0135166347

Zagreb, rujan 2017.

Sažetak:

U ovo završnom radu napravljen je prikaz konceptualnog modela arhitekture *Cloud Computing* platforme. Glavne karakteristike platforme opisane su kroz osnovne modele pružanja usluga (*SaaS*, *PaaS* i *IaaS*) na kojima se temelji rad *Cloud Computinga*. Kroz opise karakteristika primjene u privatnom, javnom, hibridnom i zajedničkom oblaku navede su neke od usluge koje nude mrežni operatori Hrvatski Telekom d.d. i Vipnet d.o.o. Prednosti uvođenja nove platforme i njeni učinci važni su ne samo za poslovanje današnjih kompanije već i za privatne korisnike sa naglaskom na sigurnost podataka. Podaci se nalaze u virtualnom okruženju gdje je važno provoditi zaštitne mehanizme kako bi se podaci zaštitili od zlonamjernog korištenja.

Ključne riječi: usluge, zaštita podataka, obrada podataka, pohrana podataka

Summary:

In this undergraduate thesis a conceptual model of the Cloud Computing architecture was developed. The main features of the platform are described through the basic service delivery models (*SaaS*, *PaaS* and *IaaS*) on which Cloud Computing is based. Some of the services provided by the network operators Hrvatski Telekom Plc. and Vipnet Ltd. were mentioned through the description of the application characteristics in the private, public, hybrid and common cloud. The implementation benefits of the new platform and its effects are important not only for today's companies business but also for private customers with a focus on data security. The data is in a virtual environment where it is important to implement security mechanisms to protect them from malicious use.

Keywords: services, data protection, data processing, data storage

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Evolucijski razvoj platforme Cloud Computing	2
2.1. Definicija Cloud Computing-a	3
2.2. Povijesni razvoj	4
3. Arhitektura usluga Cloud Computing platforme.....	6
3.1. Ključne karakteristike.....	6
3.2. Modeli pružanja usluga	8
3.3. Virtualizacija	11
3.4. Konceptni model arhitekture	13
4. Mogućnosti primjene.....	17
4.1. Privatni oblak.....	17
4.2. Javni oblak.....	18
4.3. Hibridni oblak.....	19
4.4. Zajednički oblak	19
4.5. Usluge temeljene na Cloud Computingu.....	20
4.5.1. Usluge za pohranu podataka	20
4.5.2. Usluge za vođenje poslovanja i upravljanje klijentima.....	24
4.5.3. Usluge za upravljanje dokumentima	25
4.5.4. Prikaz ostalih usluga koje nudi Hrvatski Telekom d.d. i Vipnet d.o.o.....	26
5. Prednosti i nedostaci primjene	28
5.1. Prednosti i učinci primjene	28
5.2. Nedostaci primjene.....	30
6. Sigurnost i privatnost	32
6.1. Sigurnost podataka	32
6.2. Sigurnosne prijetnje	34
6.3. Zaštita podataka sigurnosnim mehanizmima	36
7. Zaključak.....	38
Literatura	39
Popis ilustracija	43

1. Uvod

Današnjim razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologija i usluga na tržištu se javlja potreba za inovacijama i unaprjeđenjem trenutnih sustava i rješenja. Želja za povećanjem kapaciteta i dodavanjem novih mogućnosti na postojećim sustavima doveo je do razvoja *Cloud Computing* (CC) platforme. Pojava CC povećava mogućnosti primjene informacijsko-komunikacijskih tehnologija (IT). Njegovom pojavom povećavaju se dosadašnje mogućnosti IT-a, odnosno mogućnosti uporabe računala i pripadajućih softverskih rješenja. Također se očekuje poboljšanje u razvoju sustava pohrane, zaštite, obrade i sigurnosti podataka.

Završni rad opisuje arhitekturu CC tehnologije te njene karakteristike. Rad je koncipiran u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Evolucijski razvoj platforme Cloud Computing
3. Arhitektura usluga Cloud Computing platforme
4. Mogućnosti primjene
5. Prednosti i nedostaci primjene
6. Sigurnost i privatnost te
7. Zaključak.

U drugom poglavlju će se opisati osnovne definicije i pojmovi CC-a te evolucijski razvoj CC-a kroz faze razvoja IT-a. U trećem poglavlju opisati će se arhitekturna usluge CC platforme. U četvrtom poglavlju opisane su mogućnosti primjene te su navedene neke od usluga na tržištu u Republici Hrvatskoj, dok će se u petom poglavlju prikazati prednosti i nedostaci uvođenja CC-a. U šestom poglavlju navedene su prijetnje u CC sa kojima se korisnici mogu susresti, te mogućnosti zaštite.

2. Evolucijski razvoj platforme *Cloud Computing*

Evolucijski razvoj CC-a tijekom posljednjih nekoliko godina potencijalno predstavlja jedan od najvećih napredaka u povijesti računalstva i telekomunikacija. Evolucijski razvoj CC tehnologije vođen je potrebama poduzeća (korisnika) na prilagodbu prema tržištu. Osim financijskog utjecaja, CC utječe na organizacijsku strukturu poduzeća, način upravljanja, koordinaciju dnevnih zadataka i ostale potrebe zaposlenika važne za povećanje poslovanja [1].

Razvoj informacijskih sustava počinje 1950-tih godina pojavom osnovnih funkcija računanja koje izvršava računalo ENIAC. Povijesni razvoj tehnologije računanja i elementima koji to izvršavaju dijelimo u osam naraštaja za različito godišnje razdoblje prema tablici 1.

Tablica 1. Povijesni razvoj računalne tehnologije

Naraštaj	Razdoblje	Tehnologija
0	1642-1945	Mehanički dijelovi (zupčanici, releji)
1	1945-1954	Elektroničke cijevi
2	1954-1963	Tranzistori
3	1963-1973	Integrirani krugovi
4	1973-1985	Krugovi vrlo visokog stupnja integracije
5	1985-1990	Paralelna obrada i mreže
6	1990-2001	Distribuirano računalstvo (jednojezgreni procesori)
7	2001-2011	Višejezgreni procesori
8	2011-Danas	Heterogeno računalstvo

Izvor: [2], [3].

Do 1980 godine 5 milijuna računala je bilo u upotrebi u cijelom svijetu za obavljanje poslovnih zadaća. Razvojem IBM računala dolazi do primjene operacijskog sustava MS-DOS. Razvoj računalne tehnologije nakon toga usmjeren je prema razvoju operativnih sustava bolje grafičke kvalitete te ostalih funkcionalnosti, kao što je MS Windows. Također se razvija računalo tvrtke *Apple*, *Macintosh* dok osnivači tvrtke Dell uvode pojam *cyberspace*, što je preteča za razvoj Interneta [4]. Osim operativnih sustava razvijaju se tehnologije za obradu i pohranu podatka te razvoj programskih podrška i *Grid* tehnologije.

2.1. Definicija *Cloud Computing*-a

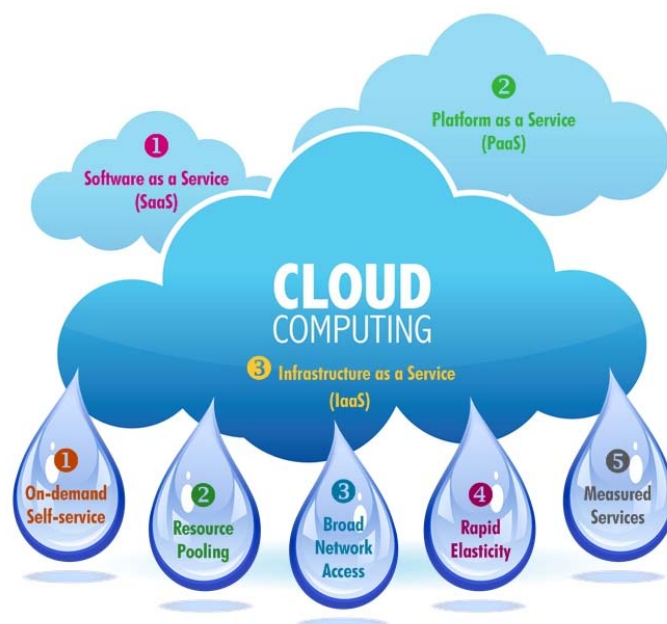
Platforma *CC* postala je danas jedna od glavnih tehnologija na kojima se temelji rad velikog broja usluga u području IT-a. Ideja o razvoju se pojavila već šezdesetih godina prošlog stoljeća.

Danas ne postoji stroga i točan definicija *CC*-a već se taj pojam može definirati kao više različitih modela i metoda za isporuku informacija ili usluga korisniku koji plaća samo ono što koristi. Kod nas se često primjenjuje termin Računalstvo u oblaku ili oblak koji je doslovno prijevod i izvedenica (*oblak*) te kao takav ima primjenu u područjima istraživanja i razvoju usluga na domaćem tržištu. Stručnjaci koji se bave sigurnošću i *cloud computingom* imaju i dalje različite načine shvaćanja i definiranja njegovog definiranja. Neke od mogućnosti primjene *CC*-a prema CERT¹-u i ostalim izvorima [5],[6],[7]:

- Iznajmljivanje jednog ili više poslužitelja te pokretanja različitih aplikacija na njima.
- Iznajmljivanje virtualnog poslužitelja. Korisnici na virtualnom poslužitelju mogu pohranjivati podatke i po volji im pristupati.
- Pohranjivanje i osiguravanje ogromnih količina podataka kojima mogu pristupiti samo ovlaštene aplikacije ili korisnici.
- *Cloud computing* može biti i mogućnost korištenja aplikacije koja se nalazi na Internetu i pohranjuje te štiti podatke za vrijeme pružanja usluge.
- On može koristiti virtualne poslužitelje za pohranu podataka kako bi se na njima čuvale aplikacije, poslovni i osobni podaci.
- Može se smatrati i kao mogućnost korištenja mnoštva web aplikacija kako bi se uz pomoć njih mogle integrirati fotografije, karte, GPS informacije i druge korisne stvari.

Cloud computing se može definirati i s obzirom na to koriste li ga stručnjaci ili obični korisnici. Obični korisnici će *cloud computing* definirati kao novi i jeftiniji način korištenja programskih rješenja koja će se unajmljivati prema potrebi.

¹ Nacionalno središte za sigurnost računalnih mreža i sustava. Nacionalni CERT osnovan je u skladu sa Zakonom o informacijskoj sigurnosti RH i prema tom zakonu jedna od zadaća je obrada incidenata na Internetu, tj. očuvanje informacijske sigurnosti u RH.

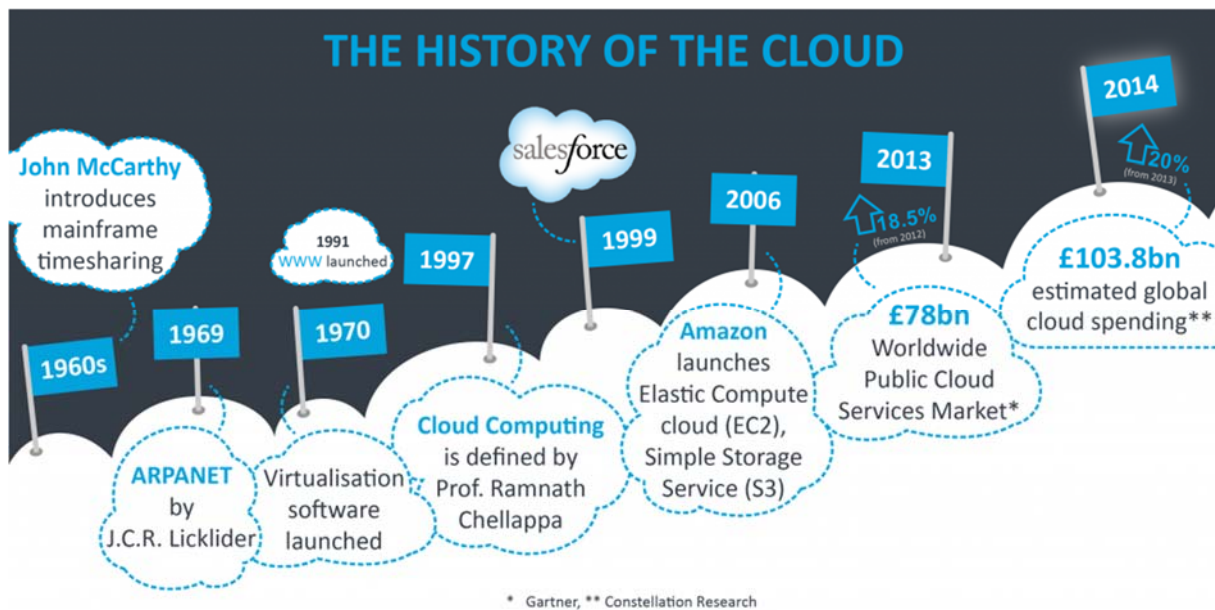


Slika 1. *Cloud Computing* ili računalstvo u oblaku, [8]

Informatički stručnjaci definirati će ga kao novi poslovni model ili novu tehnološku platformu za smještaj, pokretanje i korištenje informatičke programske podrške. Prema slici 1, prikazani su modeli i mogućnosti koncepta CC.

2.2. Povijesni razvoj

Početkom 1990-tih godina na telekomunikacijskom tržištu osim Grid tehnologije pojavljuje se i *Utility Computing* te *World Wide Web*. Takav razvoj doveo je do premještanja sa centraliziranog klijent-server modela na računalstvo temeljeno na Internetu. Ideja *Grid Computinga* je bila da učini računalnu snagu jednako dostupnom kao električnoj mreži. *Gird Computing* je omogućava zajednički rad ljudima iz različitih organizacija u svrhu postizanja zajedničkog cilja, u *Utility Computing* je omogućavao iznajmljivanje računalne usluge, poput pristupa Internetu. Jedan od najvažnijih događaja povijesti računalstva u oblaku događa se 1999. godine kada tvrtka *Salesforce* predstavlja novi koncept-dostavljanje poslovnih aplikacija putem jednostavne web stranice [4]. Tvrtka Amazon je nakon *Salesforce* tvrtke pokrenula svoj *Amazon web services* čija je osnovna usluga bila skladištenje podataka, izračunavanje te primjena ljudske inteligencije kroz uslugu *Amazon mechanical Turk*. Povijesni razvoj prikazuje slika 2, gdje je također prikazan početak primjene CC-a kod tvrtke Amazon, što se smatraju prvi početci primjene u poslovnom svijetu.

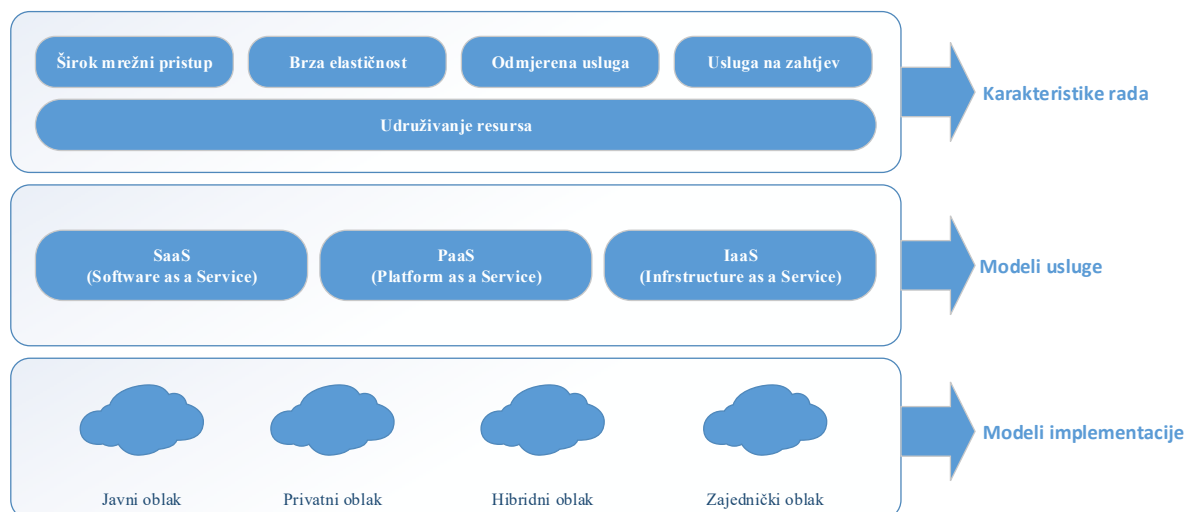


Slika 2. Povijesni razvoj CC-a [9]

Amazon je 2006. godine pokrenuo *Elastic Compute Cloud* (EC2), što predstavlja komercijalnu uslugu koja omogućava poslovnim te privatnim korisnicima iznajmljivanje računala na kojima se pokreću osobne računalne aplikacije. Nakon *Amazona* i ostale tvrtke počele su razvijati usluge temeljene na CC platformi. Danas su to tvrtke kao *Google*, *IBM*, *Sun System* te mnoge druge koje svoje poslovanje temelje na konceptu CC ili nude usluge temeljene na toj platformi.

3. Arhitektura usluga *Cloud Computing* platforme

CC platforma sastoji se od pet ključnih karakteristika koje prikazuje slika 3, moguća su tri modela pružanja usluga (*SaaS*, *PaaS* i *IaaS*) te četiri modela implementacije (javni, privatni, hibridni i zajednički oblak) [10].



Slika 3. Ključne karakteristike, modelu usluge i implementacije, [7]

Postoji pet ključnih karakteristika koje pokazuju odnos i razlike CC sustava u odnosu na tradicionalni pristup u računalstvu.

3.1. Ključne karakteristike

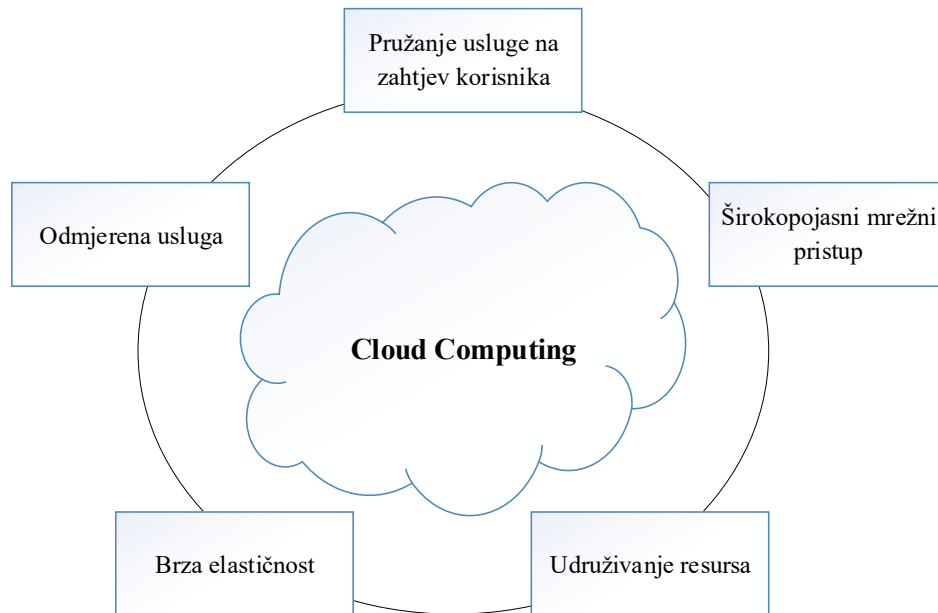
Usluge CC-a prilagođene su potrebama korisnika odnosno srednjim i malim tvrtkama gdje je prednost i pogodnost korištenja usmjerena prema smanjenju troškova (slika 4), stoga pet ključnih karakteristika dijelimo na:

- Pružanje usluge na zahtjev korisnika (*On-demand self-service*) - Korisnik samostalno odabire i pokreće računalne resurse. Također ima mogućnosti odabira vremena posluživanja te mrežni prostor za pohranu podataka bez potrebe za interakcijom s djelatnicima pojedinog davatelja usluge. Većina poslužitelja svoje usluge temelji upravo na pristupu tako da korisnici plaćaju usluge u ovisnosti o vremenu i obujmu u kojem ih koriste. Ovaj model CC pomaže u podržavanju izvedbenih i kapacitivnih aspekata objekata koji ovise o razini usluge. *Self-service* priroda CC organizacijama omogućuje stvaranje elastične okoline koja se povećava i smanjuje ovisno o radnim uvjetima i ciljanim performansama. „Plati po korištenju“ priroda CC se može smatrati

kao najam opreme koja se plaća ovisno o tome koliko je opreme, na koje vrijeme i s kojim uslugama iznajmljeno. Ključ modela je virtualizacija. Korisnici koji koriste informacijske tehnologije shvaćaju da im virtualizacija omogućava brzo i jednostavno stvaranje kopija postojećih okolina, ponekad uključujući više virtualnih strojeva kako bi podržala ispitivanja, razvoj i pohrana aktivnosti. Trošak ovih okolina je jako malen jer one mogu postojati na istom poslužitelju kao proizvodna okolina. Mogućnost korištenja i plaćanja samo onih resursa koji su korišteni prebacuje rizik koliko infrastrukture zauzeti od organizacije koja razvija aplikaciju na davatelja usluga CC. Također pomiče i odgovornost za arhitekturne odluke s arhitekata aplikacije na razvojne inženjere. Ovi pomaci odgovornosti mogu povećati rizike.

- Širokopojasni mrežni pristup (*Broad network access*) - Mogućnosti su dostupne putem mreže i njima se pristupa koristeći standardne mehanizme koji promoviraju heterogenu uporabu klijentskih platformi (mobilni terminalni uređaji, laptopi te PDA uređaji) kao i tradicionalnih programskih usluga temeljenih na „CC-u“.
- Udruživanje resursa (*Resource pooling*) - Računalni resursi pružatelja usluga spajaju se kako bi poslužili sve korisnike koristeći model više zakupljenih jedinica (*Multi-Tenant model*), s različitim fizičkim i virtualnim resursima, koji se dinamički dodjeljuju i uklanjaju prema zahtjevima korisnika. Korisnik nema nadzor i znanje o točnom mjestu uporabljenih resursa, ali ipak ga može odrediti na većoj razini apstrakcije (na primjer na razini države). Primjeri resursa uključuju mrežni prostor, procesore, memoriju, mrežnu propusnost te virtualne strojeve.
- Brza elastičnost (*Rapid elasticity*) - Mogućnosti koje korisnicima nudi CC mogu biti ubrzano i elastično pokrenute, u nekim slučajevima i automatski, kako bi se po potrebi ostvarilo proporcionalno povećanje ili smanjenje mogućnosti kada one više nisu potrebne. Krajnjem korisniku mogućnosti koje koristi mogu izgledati kao da nemaju ograničenja i mogu se kupiti u bilo kojoj količini u bilo koje vrijeme (na primjer Amazon EC2).
- Odmjerena usluga (*Measured service*) - Sustavi koji koriste CC automatski provjeravaju i optimiraju uporabu resursa. Uporaba resursa se optimira utjecajem na mjerenje sposobnosti apstrakcije prikladne potrebnom tipu usluge (na primjer pohrana podataka, širina pojasa, aktivni korisnički računi). Uporaba resursa može se pratiti, provjeravati i o njoj se mogu raditi izvješća pružajući tako transparentan uvid pružateljima usluge i

korisnicima. Važno je da se CC poslužitelji često (ali ne uvijek) koriste zajedno s virtualizacijskim tehnologijama. Međutim, ne postoje zahtjevi koji usko povezuju apstrakciju sredstava i virtualizacijske tehnologije pa se u mnogim ponudama virtualizacija operacijskih sustava ipak ne koristi.



Slika 4. Ključne karakteristike CC-a

Pojam virtualizacije spominje se u gotovo svim karakteristikama te je temelj rada CC platforme.

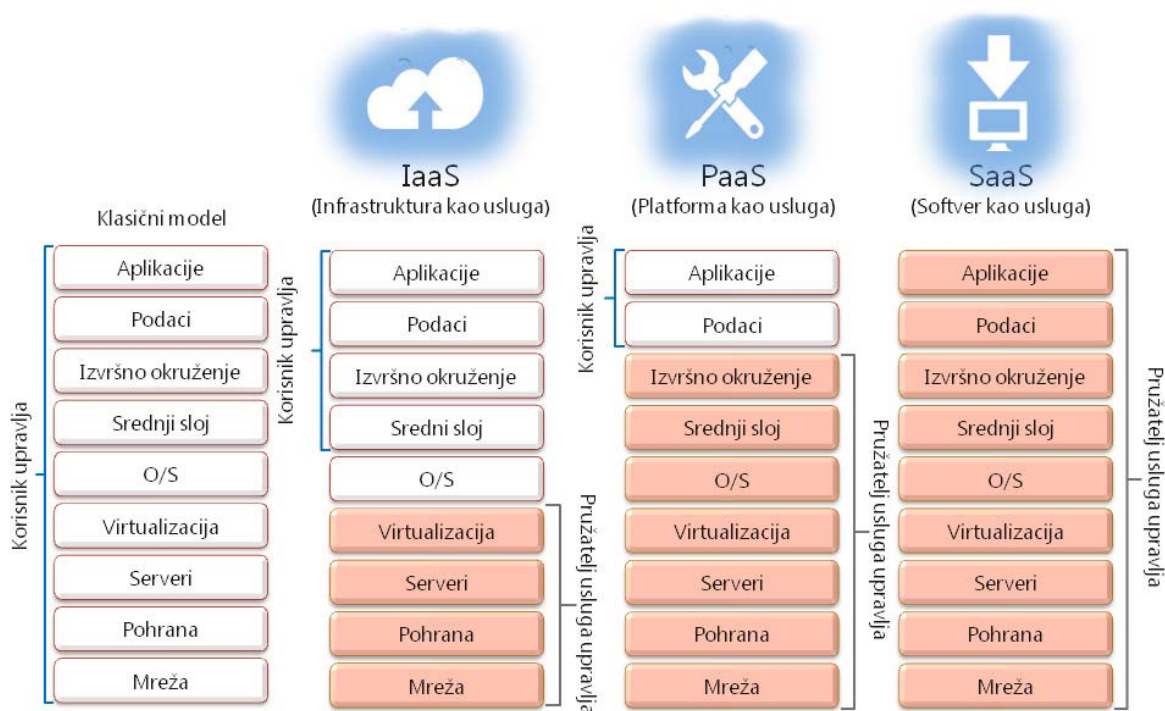
3.2. Modeli pružanja usluga

CC se razvija kao model čija je svrha pružiti „sve kao usluga“ (*everything-as-a-service*, *XaaS*). Virtualizirani fizički resursi, virtualizirana infrastruktura, kao i virtualizirane platforme i poslovne aplikacije osigurane su i koriste se kao usluge u oblaku. Sustavi koji koriste koncept *XaaS* zahtijevaju razumijevanje i korištenje brojnih razvojnih tehnologija, kao i već postojeće usluge na tržištu primjene CC-a [11].

Tri su osnovne vrste modela usluga:

- Infrastruktura kao usluga (*Infrastructure-as-a-service-IaaS*),
- Platforma kao usluga (*Platform-as-a-service-PaaS*) i
- Softver kao usluga (*Software-as-a-service-SaaS*).

Svaki od tih modela razlikuje se od klasičnog prema vrsti i opsegu usluga koje nudi kako prikazuje slika 5.



Slika 5. Klasični modeli usluga u CC-u [2]

Definicije i opisi modela pružanja usluge (NCERT, 2010.):

- SaaS (Cloud Software as a Service)** - Korisniku je pružena mogućnost uporabe dostupnih aplikacija koje se nalaze u infrastrukturi CC-a. Aplikacije su dostupne s različitih klijentskih uređaja uz pomoć klijentskog sučelja (na primjer web preglednika ili mobilne aplikacije). *SaaS* je tehnološka platforma koja omogućuje dostupnost aplikacija putem Interneta u obliku usluga koje se unajmljuju prema potrebi, umjesto da se kupuju kao zasebni program koji je potrebno instalirati na kućnim (odnosno uredskim) računalima. Navedeni model CC-a dostavlja jednu aplikaciju putem korisničkog preglednika tisućama korisnika koji koriste arhitekturu predviđenu za većeg broja zakupa. S korisničke strane to znači da nema dodatnog ulaganja u poslužitelje ili programske licence, a pružateljima usluga troškovi su minimalni u odnosu na tradicionalnu uslugu držanja datoteka na poslužitelju. Primjeri *SaaS*-a su *Google Apps* i *Zoho Office*.

- **PaaS** (*Cloud Platform as a Service*) – izvedba *SaaS* strukture koja kao uslugu omogućava razvojno okruženje. Korisnik ima mogućnost sam definirati i izraditi vlastite aplikacije koje se pokreću na infrastrukturi davatelja usluge. Aplikacije se korisnicima pružaju putem sučelja poslužitelja dohvatljivog putem Internet mreže. Navedeni poslužitelji su u vlasništvu davatelja usluga. Ove usluge su ograničene dizajnom i mogućnostima isporučitelja, tako da korisnik nema potpunu slobodu. Korisnik ne može provjeravati strukturu CC-a niti mrežu, sustave pohrane, operacijske sustave i poslužitelje, ali ima nadzor nad razvijenim aplikacijama. Neki od primjera su *Force.com*, *Coghead* i *Google App Engine*.
- **IaaS** (*Cloud Infrastructure as a Service*) – Korisniku je kao usluga pružena mogućnost korištenja računalne infrastrukture (uglavnom virtualne platforme). Korisnici ne kupuju poslužitelje, programe, prostore za pohranu podataka ili mrežnu opremu, već kupuju navedene resurse kao vanjsku uslugu. Korisniku je pružena mogućnost upravljanja obradom, pohranom, umrežavanjem i drugim osnovnim računalnim resursima. Korisnik može pokrenuti različite vrste programske podrške, od operacijskog sustava do aplikacija. Korisnik nema nadzor nad infrastrukturom CC-a. Omogućen mu je nadzor nad operacijskim sustavima, pohranom podataka i razvojem aplikacija. Korisnik može imati i ograničeni nadzor nad odabranim komponentama umrežavanja. Neki od poslužitelja *IaaS* modela su *IBM*, *Oracle*, *Sun Terremark*, *Joyent*, *Dropbox*, *Amazon Simple Storage Service*, najznačajniji od navedenih je *Amazon* sa velikom ponudom različitih usluga.

Danas se na tržištu primjene CC koncepta mogu naći brojne dodatne izvedbe kao što je *BaaS* (*Backup as a Service*), *CaaS* (*Communication as a Service*), *NaaS* (*Network as a Service*) i *DbaaS* (*Database as a Service*).

Backup as a service (*BaaS*) – model koji omogućava stvaranje sigurnosnih kopija i operacije oporavka sustava. Umjesto izrade sigurnosne kopije s centraliziranim lokalnim informatičkim odjelom, *BaaS* povezuje sustave s privatnim, javnim ili hibridnim oblakom putem vanjskih pružatelja usluga, odnosno definiranog pružatelja usluge [12].

Communication as a Service (*CaaS*) – model usluga koji omogućava komunikacijsko rješenje iznajmljeno od davatelja usluge, npr. *VoIP* (*Voice over IP*), *Instant messaging* (*Viber*, *Whats App*, *Telegram*...). U tu grupu također pripadaju i tele te video konferencije [13].

Network as a Service (NaaS) – model usluga u kojem korisnik ima pristup dodatnim mrežnim resursima, kao što je mrežna oprema. Predstavlja model za isporuku virtualnih mrežnih usluga putem pretplate ili prema modelu „plati koliko koristiš“ [14].

Database as a Service (DbaaS) – model usluga koji omogućava korisnici određeni pristup bazi podataka bez dodatne konfiguracije ili pripadajuće opreme. Administraciju i održavanje obavlja pružatelj usluge [15].

3.3. Virtualizacija

Pojam virtualizacije usko je povezan sa razvojem i primjenom CC platforme, to je tehnologija koja predstavlja mogućnost pokretanja i rad više operativnih sustava ili nekih drugih resursa na jednom fizičkom poslužitelju. Prema nekim definicijama virtualizacija je:

- Apstraktno predstavljanje pojedinih funkcionalnosti i resursa. Odnosno, izvana za korisnika (čovjek ili program) nema razlike između stvarnog i virtualnog ostvarenja funkcionalnost, ali stvarne vrijednosti i aktivnosti u virtualnoj izvedbi razlikuju se od onih prikazanih korisniku [16].
- Tehnika skrivanja fizičkih karakteristika računalnih resursa na način na koji drugi sustavi, aplikacije, ili krajnji korisnici međusobno djeluju s tim resursima [17].
- Ne postoji genetička definicija virtualizacije, no možemo reći da je virtualizacija udruživanje i podjela tehnoloških resursa, uključujući servere, spremišta podataka i mreže [18].

Virtualizacija se ne mora nužno odnositi na operativne sustave već i na neke druge resurse kao što je pohrana podataka ili virtualni serveri. Oni mogu biti smješteni na različitim uređajima te se pokretati različitim kombinacijama, kao npr. virtualni *hard disk* se može nalaziti na mrežnoj pohrani (*storage*) kojoj pristup imaju razni fizički serveri. U slučaju zastoja jednog od fizičkih servera moguće je nastaviti rad na drugom serveru. U slučaju gašenja jednog od servera, moguće je napraviti migraciju podataka u opciji live, što podrazumijeva u živo prebacivanje podataka na druge servere bez prekida u radu.

Kod virtualizacije postoje tri osnovna tipa, a to su:

- virtualizacija operacijskih sustava,

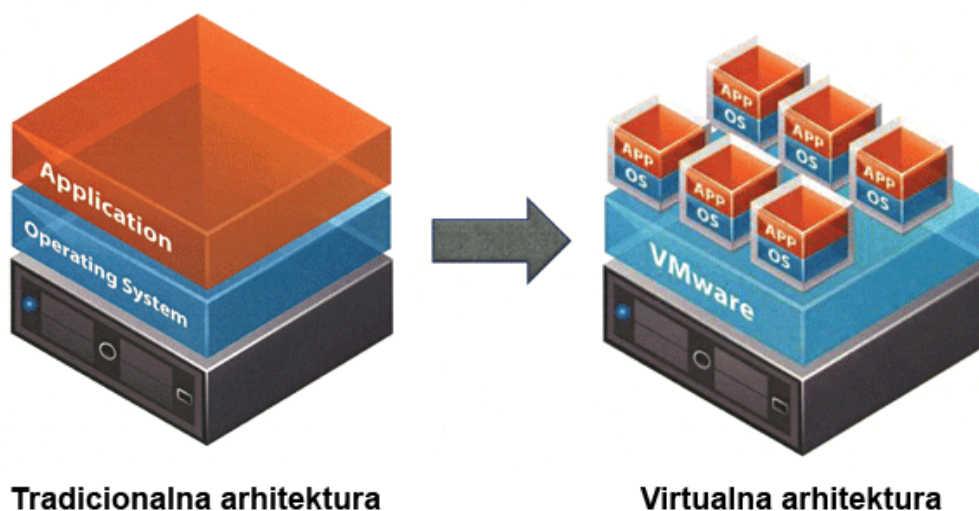
- virtualizacija sustava za pohranu podataka, te
- virtualizacija aplikacija.

Virtualizacija operacijskih sustava danas je jedan od najzastupanijih tipova te predstavlja sastavni dio infrastrukture modernih IT sustava. Najčešće ga koriste razvojni programeri za olakšavanje rada na zahtjevnim cjelinama i rasteretili rad svog računala. Virtualna računala (VMs) uglavnom sadrže više operacijskih sustava poput Windows XP i Debiana, koje su istovremeno pokrenute na istom fizičkom sklopovlju. Svakom od tih VM-a korisnik upravlja preko centraliziranog programa za upravljanje (*Virtual Machine Manager*, VMM). Paralelnim korištenjem više VM-a, smanjena je potrošnja električne energije, te potreba za stalnim dodavanjem novih fizičkih komponenti poput servera, kablova, itd., te tako i potreba za fizičkim prostorom koji bi zauzimale te komponente [18].

Virtualizacija aplikacijskih servera, predstavlja mogućnost korištenja aplikacija kao internetske usluge. Korisnik više ne mora imati lokalno instalirane aplikacije, već je uloga njegovog računala da daje snagu potrebnu za pokretanje i rad aplikacije. Ovakva mogućnost zahtjeva pristup Internet mreži te predstavlja jedan od oblika CC-a, SaaS - *Software as a Service*. Takva infrastruktura također omogućava da na jednom fizičkom serveru budu pokrenuti *proxy* server, *mail* server ili nešto drugo.

Virtualizaciju sustava za pohranu podataka promatramo kroz dvije osnovne cjeline: to su SAN (*Storage Area Network*) i NAS (*Network Attached Storage*). To su distribuirane mreže sustava za pohranu podataka koje djeluju kao jedan fizički uređaj [18].

Pojednostavljeni prikaz virtualizacije prikazan je na slici 6. gdje se vidi tradicionalna arhitektura te virtualna.

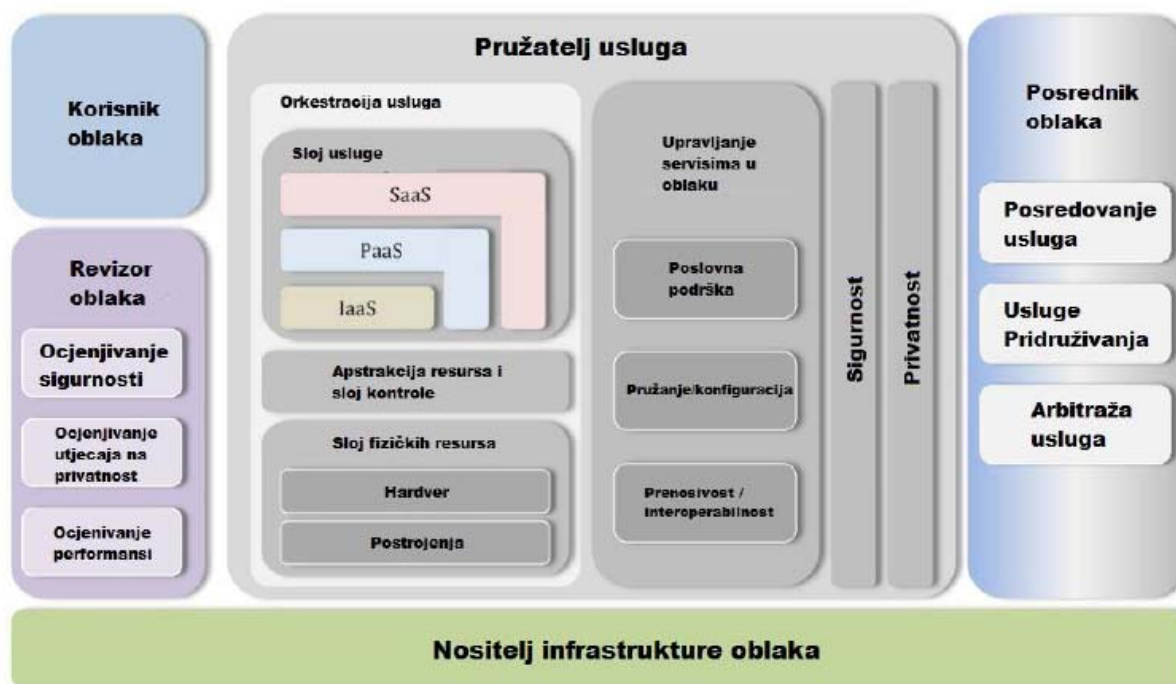


Slika 6. Pojednostavljeni prikaz virtualizacije

Potreba za virtualizacijom servera javila se iz razloga što je server prema npr. tradicionalnoj arhitekturi u svom radu koristio 5-15% resursa te nije bilo iskorištavanja ostalih resursa. Virtualnom arhitekturom moguće je iskorištavanje ostatka resursa za neke druge resurse ili operacije. *VMware* na slici predstavlja virtualizacijsko rješenje koje čini skup komponenti i usluga koje omogućavaju implementaciju i menadžment cjelokupne virtualizacijske infrastrukture.

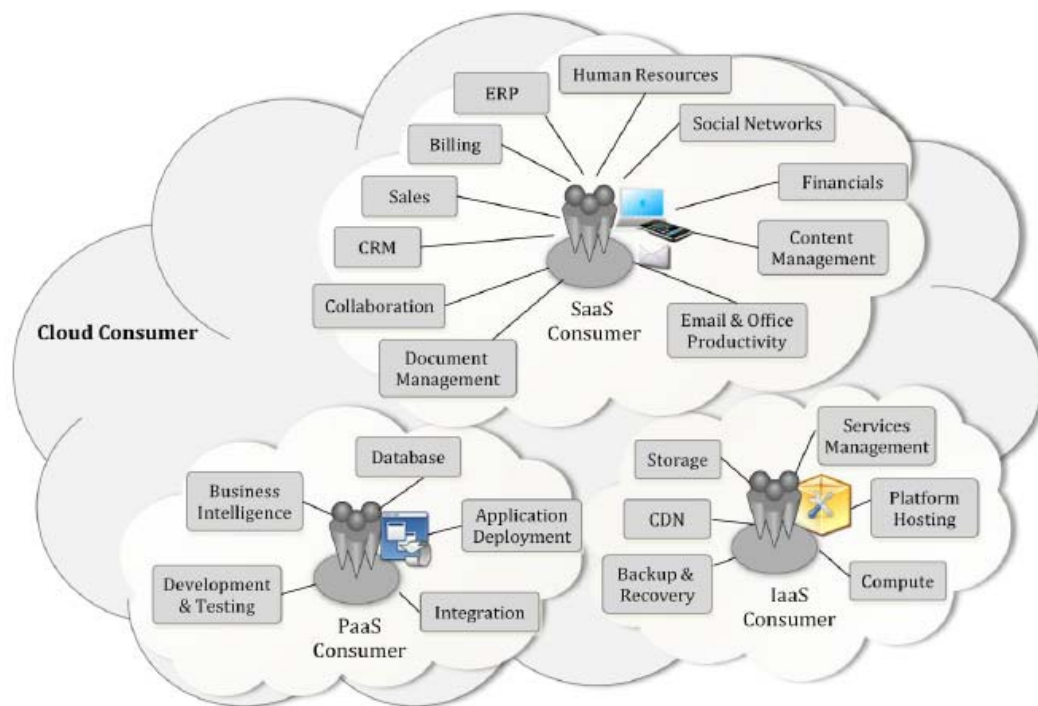
3.4. Konceptni model arhitekture

Konceptualni model arhitekture CC-a predstavlja opis glavnih sudionika i njihovih aktivnosti te funkcija u CC okruženju [19]. Model prikazan slikom 7, koristi se za lakše razumijevanje svih zahtjeva, karakteristika te modela korištenja. Referenti model definira 5 ključnih čimbenika: korisnik oblaka, pružatelj usluga oblaka, nositelj infrastrukture oblaka, revizor oblaka i posrednik oblaka. Svaki čimbenik je subjekt (osoba ili organizacija) koji sudjeluje u transakciji ili procesu i/ili izvodi zadatak u CC-u.



Slika 7. Referentni model arhitekture CC-a, [20]

Korisnik oblaka (*Cloud Consumer*) je glavni sudionik u CC-u. Predstavlja osobu ili organizaciju koja se bavi poslovnim odnosima i koja koristi usluge od pružatelja usluga CC-a. Korisnik pregledava listu usluga pružatelja usluga CC-a, traži odgovarajuću uslugu, definira ugovore sa pružateljem usluga i koristi uslugu. Koristi usluge pružatelja usluga, slika 8. Za isporuku usluge važan je SLA-e kako bi se definirali tehnički zahtjevi za isporuku usluge u CC-u [19].



Slika 8. Primjer usluga dostupnih korisniku oblaka, [19]

Pružatelj usluga oblaka je organizacija zadužena za izradu usluga dostupnim svim interesnim strankama. Pružatelj usluga prikuplja i upravlja računalne infrastrukture koje su potrebne za pružanje usluga. Za *SaaS* model, pružatelj usluga raspoređuje, konfigurira, održava i ažurira operacije softverskih aplikacija na strukturi CC-a kako bi usluga bili opremljena. Za *PaaS*, pružatelj usluga upravlja infrastrukturom za platformu i softverom za CC-om koji se koristi za komponente platforme, kao što su baze podataka. *PaaS* pružatelj usluga obično i razvija, implementira i upravlja *PaaS* vrstama oblaka. *IaaS* pružatelj usluga ima kontrolu nad fizičkim hardverom i softverom za oblak koji čini usluge ove infrastrukture mogućim, kao npr. Fizički serveri, oprema za mrežu ili uređaji za pohranu podataka. Dakle, aktivnosti pružatelja usluga možemo opisati kao razvoj, upravljanje, sigurnost i privatnost oblaka [20].

Revizor oblaka je stranka koja može obavljati neovisno ispitivanje kontrola nad uslugama u CC-u s namjerom kako bi izrazili svoje mišljenje o tome. Revizije se provode kako bi se potvrdila usklađenost s standardima kroz recenzije objektivnih dokaza. Revizor oblaka može procijeniti kvalitetu usluge koje pruža davatelj usluga u CC-u, kroz kontrolu sigurnosnih rizika, utjecaja privatnosti, performansi itd.

Korisnik oblaka može zatražiti usluge oblaka od posrednika CC-a umjesto direktnog kontaktiranja pružatelja usluga. Posrednik oblaka je subjekt koji upravlja korištenjem, izvedbom i isporukom usluga za oblak i pregovara o odnosima između pružatelja usluga i korisnika CC-a.

Posrednik oblaka pruža usluge u tri kategorije:

- *Service Intermediation* - posrednik pruža poboljšanu uslugu koja donosi bolje pogodnosti za korisnike, kao što su pristup upravljanju uslugama u oblaku, bolja sigurnost, razni izvještaji i sl.
- *Service Aggregation* - posrednik kombinira i integrira više usluga u jednu ili više novih usluga. Posrednik omogućuje integraciju podataka i sigurnost podataka između potrošača oblaka i višestrukih pružatelja usluga CC-a.
- *Service Arbitrage* - slična je *Service Aggregation*, osim što usluge koje se skupljaju nisu fiksne. Usluga arbitraža znači da posrednik ima fleksibilnost u odabiru usluga iz više agencija.

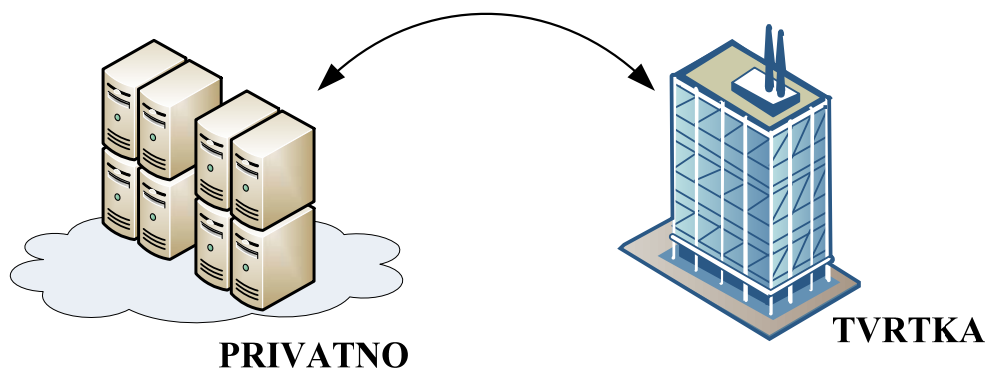
Nositelj infrastrukture oblaka djeluje kao posrednik koji nudi povezanost i transport usluga oblaka od pružatelja usluga do korisnika. Nositelji omogućuju pristup korisnicima putem mreže, telekomunikacija i drugih pristupnih uređaja.

4. Mogućnosti primjene

Osim definicije tri osnovna modela pružanja usluga temeljenih na CC konceptu važna je i podjela ovisna o mogućnostima uspostave CC-a. Mogućnosti uspostave CC dijelimo na javni, privatni, hibridni te zajednički oblak. Termini oblaka javni, privatni i hibridni ne definiraju lokaciju, stoga su javni oblaci najčešće "vani" na Internetu, a privatni smješteni na definiranoj lokaciji. Primjenom određenog modela važno je zadovoljiti sve potrebe rada aplikacija ili usluga, a sve sa ciljem zadovoljstva kvalitete isporučene usluge.

4.1. Privatni oblak

Privatni oblak (*Private Cloud*) se implementira za korištenje jednom korisniku unutar nekog poduzeća nudeći najviši stupanj kontrole nad podacima, sigurnosti i kvaliteti usluge. Privatni oblak zanimljiv je velikim tvrtkama s vlastitim podatkovnim centrima koje je moguće dodatno optimizirati primjenom načela virtualizacije. Na taj način IT-odjeli postaju pružatelji usluga ostalim poslovnim jedinicama neke tvrtke (slika 9).



Slika 9. Primjer privatnog oblaka koji se nalazi u podatkovnom centru tvrtke

Arhitektura privatnog oblaka sastoji se od: virtualizirane infrastrukture i aplikacije, sloj poslovnog upravljanja, sloj razvoja i sloj sigurnosti i upravljanja identitetom.

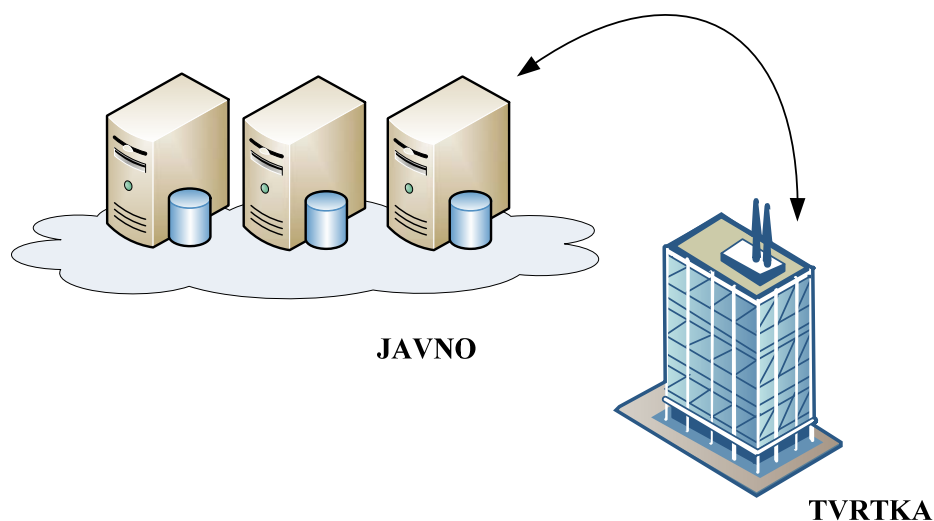
Virtualizacija osigurava razinu apstrakcije koja omogućava da aplikacija ili poslovna usluga bude direktno povezana uz pripadajuću hardversku infrastrukturu. Samim time se poslovnim uslugama omogućava slobodno i dinamičko kretanje među virtualiziranim infrastrukturnim resursima na vrlo efikasan način sukladno unaprijed definiranim pravilima koje moraju zadovoljiti razinu kvalitete usluge [21]. Virtualizirane aplikacije odvajaju aplikaciju od

hardvera, operacijskog sustava, uređaja za pohranu podataka i mreže što pruža veću fleksibilnost njihove primjene. Sloj poslovnog upravljanja je zadužen za podršku cjelokupnom životnom ciklusu virtualiziranih resursa. Sloj sigurnosti i upravljanja identitetom mora uključivati infrastrukturu koja će omogućiti upravljanje identitetom i provođenje jedinstvene sigurnosne politike kroz cijeli CC, uz istovremeno osiguranje zadovoljavajuće visokog stupnja fleksibilnosti. Sloj razvoja bi trebao uključivati razvojne alate nove generacije koji će osigurati još bolje korištenje mogućnosti koje pruža CC.

4.2. Javni oblak

Javni oblak (*Public Cloud*) čine računalni resursi dostupni korisnicima na temelju definirane pretplate. Temeljna svojstva rada javnog oblaka je virtualizacija. Virtualizacija korisniku ne daje na uvid konfiguriranje resursa ni održavanje već upravljanje ne samo slikama virtualnih računala, već i poslužiteljima, sustavima za pohranu podataka, mrežnim uređajima i mrežnom topologijom.

Javni oblak održavaju neovisni pružatelji usluga te je moguće da se na CC-u nalaze različite aplikacije više korisnika, (Slika 10).

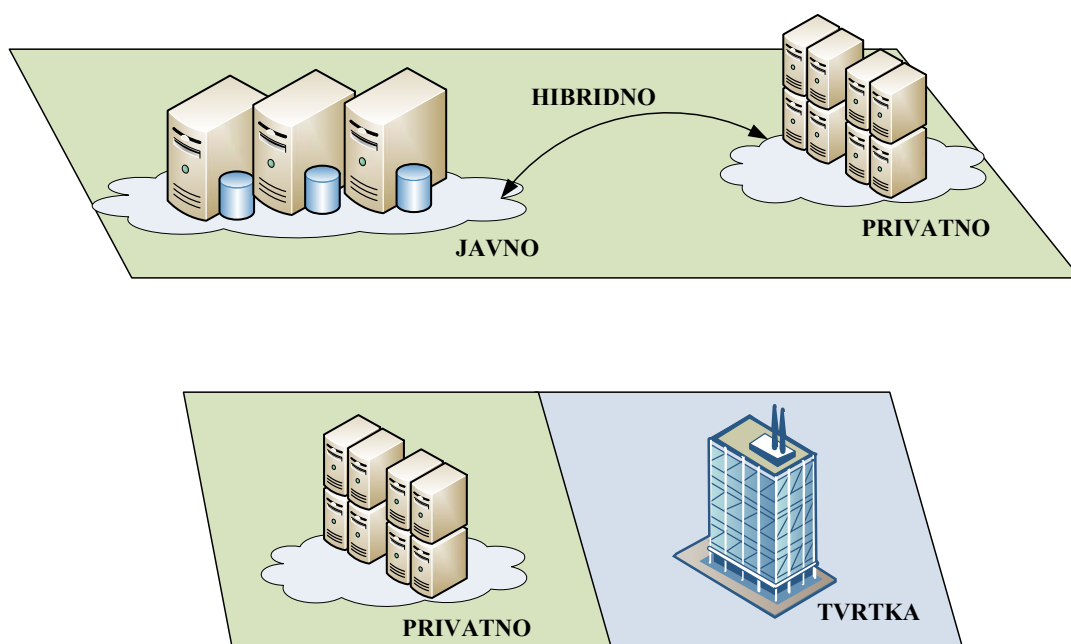


Slika 10. Javni oblak

Javni oblak predstavlja djeljivu infrastrukturu čije razine korištenja korisnik definira s pružateljem usluga, ugovor o razini usluga (SLA - *service-level agreement*). SLA ugovor definira prava i obaveze oba dvije strane pri korištenju resursa u oblaku [22].

4.3. Hibridni oblak

Hibridni oblak (*Hybrid Cloud*) se temelji svoj rad na kombinaciji funkcionalnosti modela javnog i privatnog clouda (slika 11). Primjenom hibridnog oblaka moguće je lokalnu infrastrukturu unutar nekog poduzeća prilagoditi uvjetima rada uz povećanje pojedinih računalnih performansi (npr. računalna snaga) te pohrane u skladu sa potražnjom. Uvjeti rada mogu biti vršna opterećenja rada računalnog sustava u nekom vremenskom periodu, nakon prekida rada u takvim opterećenjima ovaj način rada omogućava smanjenje resursa koji više nisu potrebni.



Slika 11. Hibridni oblak kombinira modele javnog i privatnog CC-a

Prednosti primjene hibridnog oblaka očituju se kroz: prilagodbu rješenja potrebama sustava ili definiranim zahtjevima, smanjenim troškovima te potpunoj prilagodljivosti i skalabilnosti.

4.4. Zajednički oblak

Infrastruktura zajedničkog oblaka (oblik javnog oblaka pod nadzorom) ima namjenu isporuke specifične usluge unutar neke organizacijske jedinice prema prethodno definiranim zahtjevima (sigurnosni zahtjevi, pravila upravljanja podacima i ostalo.). Upravljanje resursima oblaka je isključivo na organizaciji ili davatelju usluge. Prednosti u odnosi na javni oblak su troškovi koji se mogu dijeliti između klijenata [10].

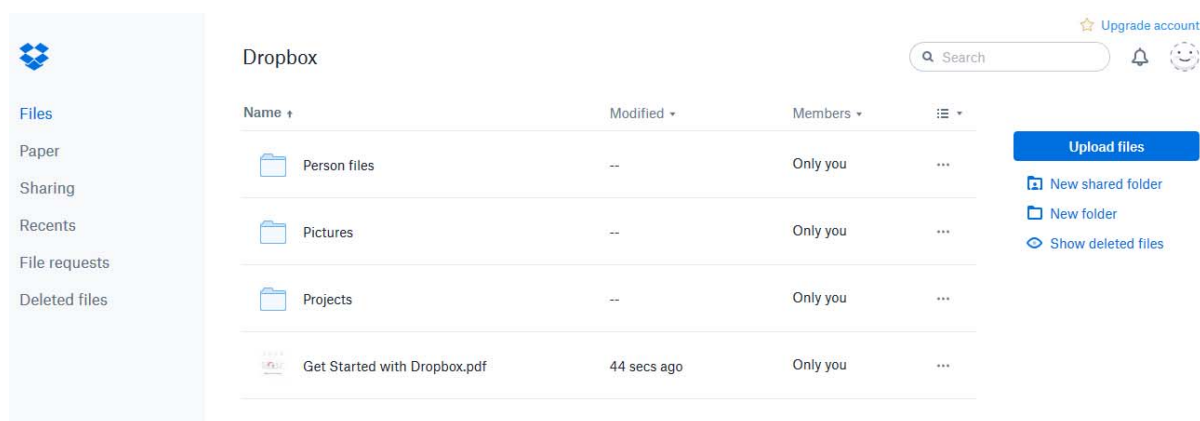
4.5. Usluge temeljene na Cloud Computingu

Danas se na telekomunikacijskom tržištu mogu naći brojne usluge temeljene na jednoj od modela CC-a. Mrežni operatori također razvoj svojih usluga usmjeravaju prema sve većoj primjeni CC-a, pa se tako na tržištu danas nalaze razne usluge za pohranu podataka, vođenja poslovanja, upravljanje ljudskim potencijalima, upravljanje poslovnim procesima, usluge e-pošte, upravljanje dokumentima (*Document Management System*), sustav za upravljanje klijentima (*Customer relationship management*), sustavi zaštite računalne opreme i dr. U ovom poglavlju opisane su neke od usluga koje se nalaze u ponudi mrežnih operatera u Republici Hrvatskoj te najzastupljenije usluge za pohranu podataka.

4.5.1. Usluge za pohranu podataka

Pohrana podataka danas postaje sve dostupnija primjenom modela CC-a. Većina mobilnih terminalnih uređaja u svojim definiranim postavkama nudi mogućnost pohrane podataka raznih proizvođača, kao što je *Dropbox*, *Google Drive*, *One Drive* ili *iCloud*. Osim pristupom putem mobilnih terminalnih uređaja omogućen je i pristup podacima putem *desktop* računala, takve usluge su danas sve popularnije. Na tržištu se osim navedenih proizvođača nalazi i niz drugih, ali je pritom važno voditi računa o sigurnosti, jednostavnosti korištenja ili ograničenja veličine datoteka koje se žele prenijeti u oblak. U ovom pod poglavlju opisani su trenutno najzastupljenije usluge za pohranu podataka [23].

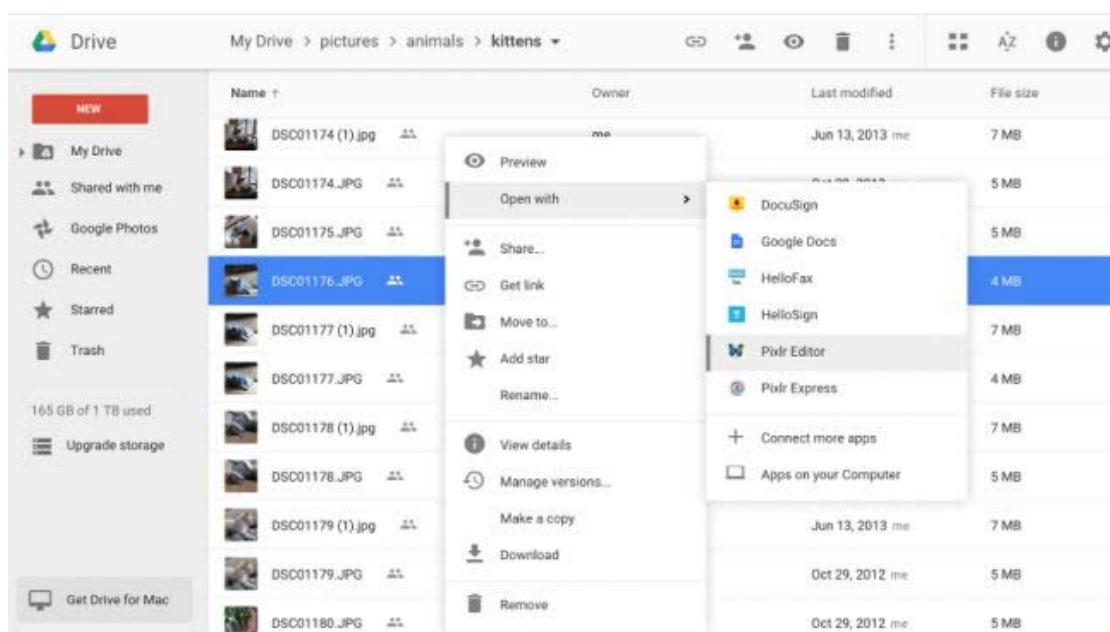
Dropbox – jedna je od trenutno najpopularnijih usluga za pohranu podataka, koji nudi pohranu od 2GB sa mogućnošću nadogradnje do 16GB bez plaćanja. Nadogradnja vez plaćanja moguća je ako prikupite dovoljno dodatnih klijenata korištenjem društvenih mreža ili neke od drugih mogućnosti slanja poveznica. Plaćanje dodatnog prostora za poslovne klijente također jedna od mogućnosti koje *Dropbox* nudi, pa se za vrlo nisu cijenu od 10\$ mjesečno može dobiti 1TB prostora.



Slika 12. *Dropbox* desktop sučelje

Prikaz desktop sučelja prikazano je na slici 12. *Dropbox* omogućava osim pohrane podataka i dijeljenje dokumenata te mogućnost rada na zajedničkim dokumentima [24].

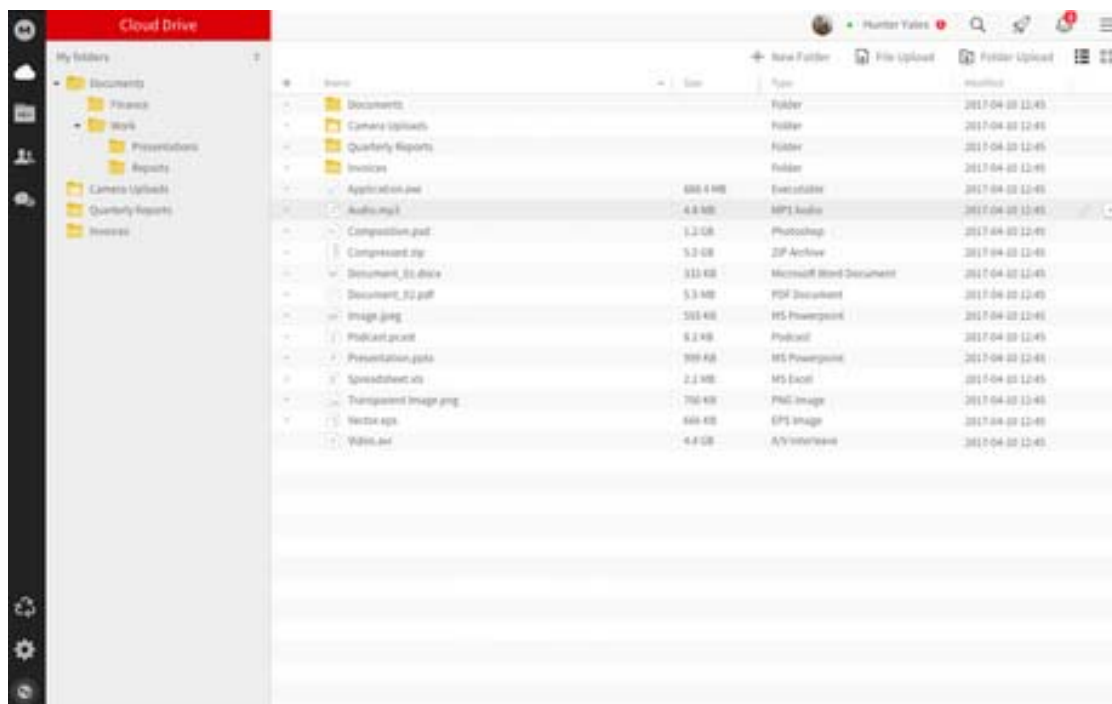
Google Drive – usluga koja je zastupljena od tvrtke *Google inc.* te svoju sve veću primjenu ima putem korištenja *Android* OS instaliranim na mobilnim uređajima. Omogućava kapacitet od 15 GB u besplatnoj verziji, što se može nadograditi kroz korištenje ostalih *Google* usluga.



Slika 13. *Google Drive* desktop sučelje

Uz nadoplatu od 2\$ mjesečno omogućava proširenje na 100GB, velika mu je prednost mogućnost povezivanja s ostalim *Google* uslugama (sinkronizacija podataka), kao i praktične mobilne aplikacije za sve platforme (slika 13).

Mega - usluga za pohranu podataka u oblaku koji nudi potpuno besplatnih 50 GB prostora (poznat još pod imenom *MegaUpload*). Omogućava prijenos cijelih datoteka, sa ograničenjem prometa na 10 GB svakih pola sata.

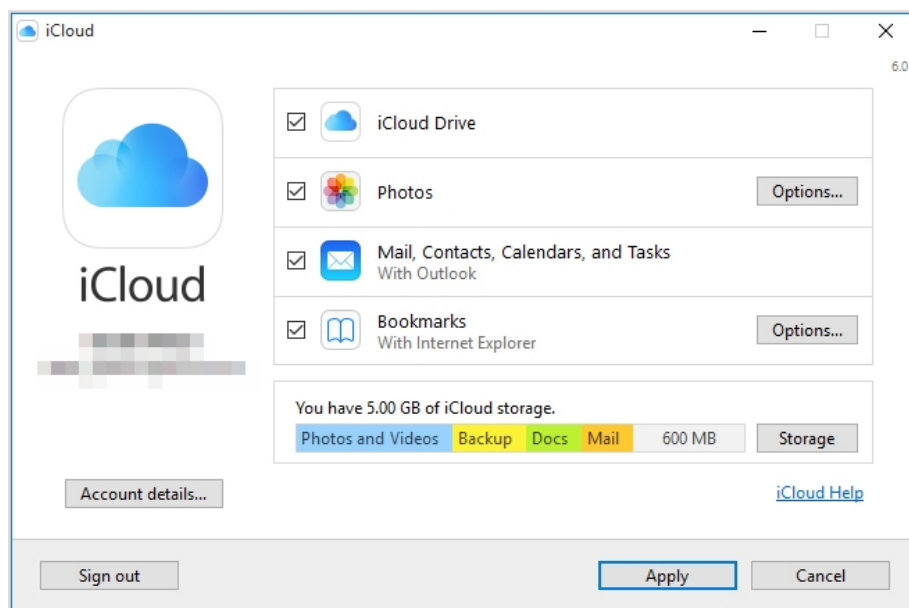


Slika 14. Mega desktop sučelje, [25]

Mega osim velike količine podataka, također omogućava vrlo dobru zaštitu podataka, što ga čini vjerojatno najboljim ovakvim sustavom trenutno u svijetu, slika 14.

OneDrive – u početku stupanja na tržište ova je usluga pružala besplatnih 25GB, dok danas omogućava samo 5GB u besplatnoj verziji. Uslugu razvija *Microsoft* korporacija te je također dio usluge koja omogućava pohranu na mobilnim uređajima koji koriste *Microsoft Windows Mobile* kao operativni sustav. Za poslovne korisnike također nudi mogućnost nadoplate za veći prostor pohrane podataka, no cjenovno je skuplji u odnosu na konkurenciju GB za 1,99\$ [23].

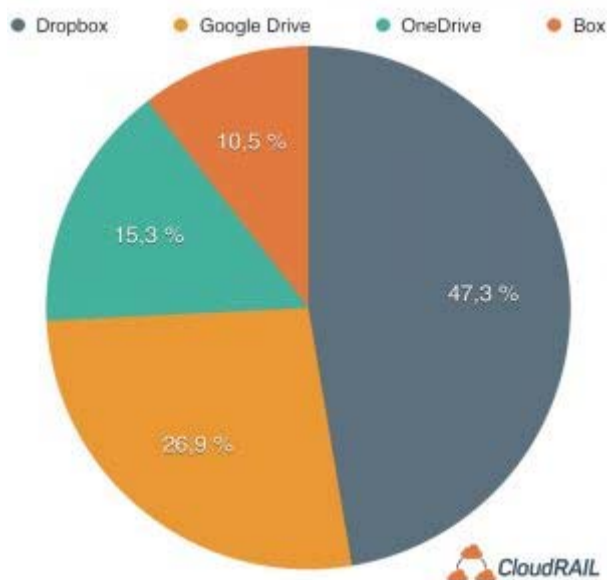
iCloud – usluga koju razvija tvrtka Apple, te primjenu ima isključiva u okruženju koje koristi *Apple* uređaje (desktop i mobilni uređaji). Omogućava pohranu podataka sa mobilnog uređaja u koju su uključeni svi podaci vezani za korisnički profil. Prikaz korisničkog okruženja prikazuje slika 15.



Slika 15. *iCloud* desktop aplikacija, [26]

Pohrana bez plaćanja omogućava prostor od 5GB dok se veći prostor plaća ovisno o potrebama korisnika.

Prema zadnjim podacima najveći broj korisnika u interakciji sa svojim uređajima koristi *dropbox*, slika 16. U ovom istraživanju rađena je analiza na 12 miliona interakcija na tisuću aplikacija korištenih do studenog 2016. godine.



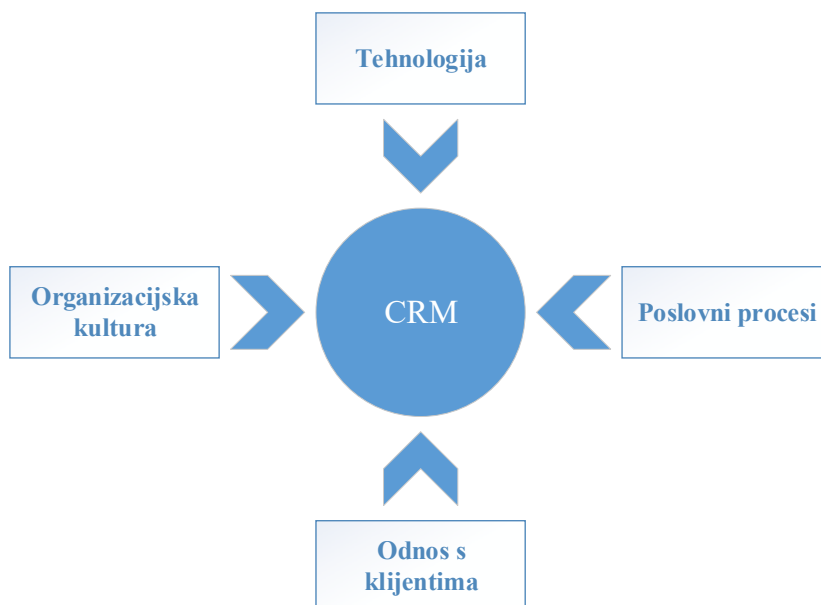
Slika 16. Postotak korisnika koji koriste usluge pohrane podataka [27]

Podaci su temeljeni na anonimnim podacima prikupljenih putem *CloudRail* API integracije u Android i iOS aplikacijama. Za izvješće su uzete u obzir samo aplikacije koje imaju integrirane neke od usluga pohrane podataka kao što je *Dropbox*, *Google drive*, *Microsoft OneDrive* i *Box*. *Apple iCloud* nije dio ovog izvješća jer ne pruža javni REST API (pristup podacima putem *url*-a koji obavlja HTTP protokol) i stoga nije dio *CloudRail API Integration Solution*.

4.5.2. Usluge za vođenje poslovanja i upravljanje klijentima

Usluge vođenja poslovanja danas je moguće obavljati primjenom CC, jedna od aplikacija koja se nalazi na tržištu je *Olivebox* [28]. *OliveBox* omogućava na efikasan način organizaciju poslovanja male ili velike tvrtke te njen marketing. Omogućava kreiranje ponuda, izradu faktura, narudžbenica, odobrenja, opomena, vođenje troškova i brojne druge mogućnosti. Aplikacija pruža i mogućnost online fiskalizacije računa. Jednostavnim kreiranjem i slanjem masovnih e-pošta te SMS-a pruža kampanju koja može omogućiti prednosti proizvoda ili usluge na tržištu. Praćenje kampanje omogućeno je putem alata za analizu i statistiku. Također omogućeno je optimalno korištenje radnog dana pomoću preglednog i intuitivnog drag & drop web kalendara koji će slati obavijesti o važnim sastancima s klijentima. Svaki termin s klijentom jednim klikom može se pretvoriti u račun za uslugu.

Usluge za upravljanje sa klijentima (CRM pristup) omogućuje upravljanje odnosima s klijentima u svim fazama marketinga, prodaje i podrške (tehnička i korisnička), slika 17.



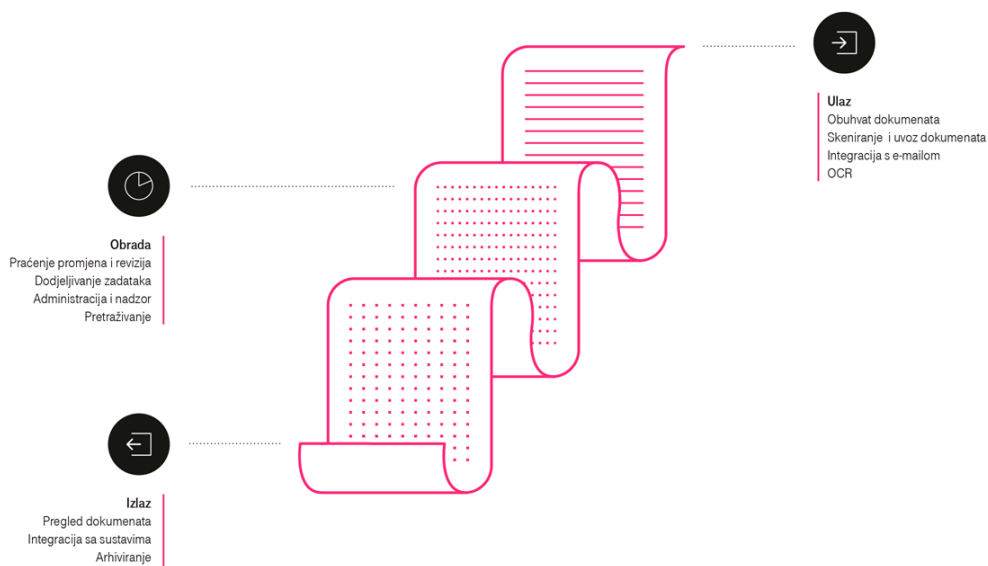
Slika 17. Utjecajni čimbenici CRM-a

CRM omogućava bolji poslovni odnos klijent/kupac na temelju analiziranih podataka o klijentu i njegovom povijesti s tvrtkom. Cilj je zadržati korisnika te rast prodaje. Takva usluga temeljena na CC omogućava jednostavniju isporuku svih traženih informacija te pohranu podataka u jedinstveno CC okruženje.

4.5.3. Usluge za upravljanje dokumentima

Sustav za upravljanje dokumentima (*Document management system* - DMS), pruža pojedincima i/ili grupama međusobno dijeljenje i/ili razmjenu dokumenta. Na jednom centralnom mjestu smješteni su svi važni dokumenti za poslovanje te dokumenti koji nastaju u poslovnom procesu. Takav sustav omogućava opisivanje, dodavanje i mijenjanje dokumenata, dodavanje i upravljanje mapama te korisnicima i korisničkim grupama koji tim dokumentima mogu upravljati. Osnovno svojstvo DMS-a podrazumijeva pretvorbu dokumenata iz papirnatog oblika u digitalni čime dobivamo digitalne datoteke na računalu [29].

Usluga za upravljanje dokumentima omogućava korištenje računala i softvera za pohranu, upravljanje i praćenje elektroničkih dokumenata. Cilj im je smanjiti sve probleme sa dokumentacijom na koje nailaze razne organizacije u svom poslovanju. Služe kao alat za sigurnu i urednu pohranu svih digitalnih dokumenata te omogućuju jednostavno pretraživanje, zajednički rad, određivanje prava pristupa, sigurnost, praćenje verzije dokumenata, kontrolu, i ostalo (slika18) [29]. Mrežni operateri u svojoj ponudi usluga također imaju takve mogućnosti za svoje klijente.



Slika 18. Životni vijek dokumenta, [30]

Takve aplikacije omogućavaju integraciju sa ERP (*Enterprise Resource Planning*) sustavom u nekom poduzeću čiji je cilj kontrola poslovnih procesa. CRM također omogućava migraciju podataka postojećih korisnika u neko drugo okruženja. Ovakve usluge naplaćuju se kroz mjesečnu pretplatu te dodatna ažuriranja ukoliko ih ima.

4.5.4. Prikaz ostalih usluga koje nudi Hrvatski Telekom d.d. i Vipnet d.o.o.

Analizirajući ponudu usluga vodećih mrežnih operatora, Hrvatski Telekom d.d. (HT) i Vipnet d.o.o., temeljenih na CC-u osim gore navedenoga sve je veća primjena u području praćenja flote vozila. Također se mogu naći i usluge korištenja pametne kuće te različite usluge za razmjenu e-dokumenata. Tablica 2 prikazuje ponudu ostalih usluga koje nude navedeni mrežni operatori.

Tablica 2. Ponuda ostalih usluga

RB.	Operator	Vrsta usluge temeljena na CC-u	Ime usluge
1.	HT	Poslovne aplikacije	<i>CloudFax</i> , <i>Cloud Call</i> centar, Office 365, mini CRM, <i>Cloud</i> nadzor vozila, <i>Pantheon</i> ERP, <i>Cloud</i> upravljanje mobilnim uređajima, <i>Cloud exchange</i> mail, mobilno izdavanje karata, HT <i>Bussiness connect</i> .
2.	HT	Fiskalizacija	Mini CRM, <i>OliveBox</i> .
3.	HT	Infrastrukturne usluge	<i>Cloud Server</i> , Evidencija odvoza komunalnog otpada, <i>Cloud Backup</i> , Kolokacija <i>Servera</i> , Usluga izdavanja elektronskog računa, <i>Cloud sharepoint</i> , <i>Cloud</i> nadzor, <i>Cloud disaster recovery</i> , M2M i IoT, ICT mreža LAN/WIFI i ICT Video nadzor.
4.	HT	Internet poslovanje	<i>PayWay</i> online naplata, Cloud server, Hosting
5.	Vipnet d.o.o.	Poslovne aplikacije	Vip auto nadzor, GD i auto nadzor, SMARTIVO auto nadzor PLUS, Vip nadzor brodova - lociranje i detaljni izvještaji o rutama plovila.
6.	Vipnet d.o.o.	Infrastrukturne usluge	Mobile Device Management - rješenje za upravljanje pametnim telefonima, tabletima i aplikacijama, kolokacija opreme, međusobno povezivanje, virtulani podatkovni centar, M2M
7.	Vipnet d.o.o.	Ostalo	Vip App dizajner

Izvor: [31], [32].

Usluga praćenja flote vozila (*Fleet Management*) tvrtkama pruža mogućnost praćenja vozila unutar voznog parka s ciljem smanjenja troškova goriva, povećane učinkovitosti, manjem broju prometnih nesreća te dugoročnom planiranju razvoja tvrtke. Osim praćenja vozila usluga omogućava i izradu putnih naloga te praćenja svih troškova. U takve usluge uključena je aplikacija, uređaj na vozilu, podrška te prijenos podataka u CC-u.

Korištenje raznih alata kao što je *Microsoft Office 365*, *Adobe* alati i dr. također su danas dostupni putem ovlaštenih distributera. Takvi alati danas su dostupni putem CC, preuzimanjem sa servera i instalacijom na uređajima.

CC hosting platforme pogodan je zbog smanjenja troškova jer CC omogućava plaćanje prostora po korištenju, npr. prije bi se zakupio prostor određene veličine a iskorištavanje je bilo 40% tog prostora, korisnik je plaćao kao da koristi 100% tog prostora.

Usluge upravljanje mrežom putem CC-a omogućava veću učinkovitost poslovnog okruženja, bolju automatizaciju poslovnih procesa, bolju isporuku usluga, upravljanje bežičnim mrežama i sigurnosnim rješenjima. Također se omogućava bolja realizacija, redizajn ili optimizacija žične ili bežične lokalne mreže na korisnikovoj lokaciji.

Usluge kartičnog poslovanja kao što je *PayWay*, omogućavaju aktivno upravljanje kartičnim poslovanjem. Dostupnost rješenja prilagođeno je mobilnom i web poslovanju, pruža rad sa više banaka na siguran i pouzdan način. Omogućava automatsku naplatu i rezervaciju sredstava, poveznice za naplatu, izbor banke, pregled transakcije, pregled sredstava, definiranje načina naplate, statistike i izvještaje.

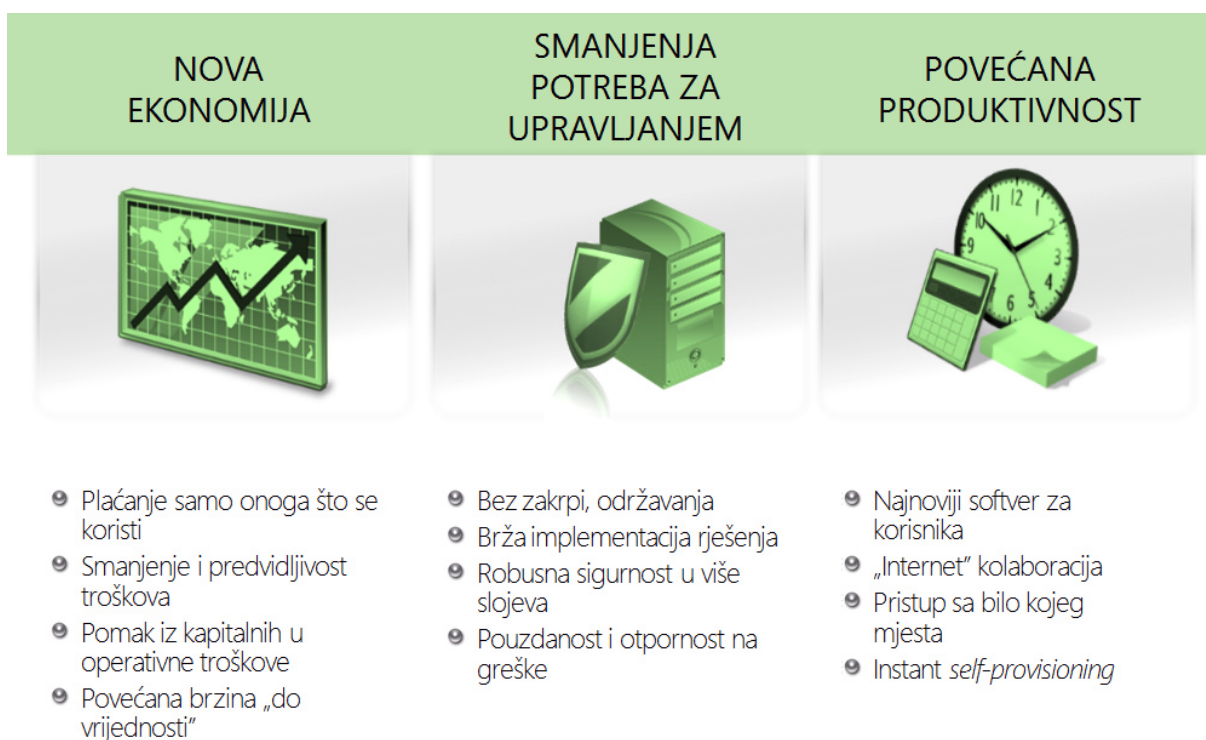
Danas je sve veća upotreba e-dokumenata u kojima se koristi e-potpis, takve usluge moguće je ostvariti korištenjem *DocuSign cloud* aplikacije.

5. Prednosti i nedostatci primjene

Uvođenjem CC-a u poslovanje tvrtki povećala se brzina razvijanja aplikacija i informacijsko-komunikacijskih usluga na tržištu. Danas je CC temelj za nove usluge u području Internet stvari što predstavlja veliku prednost CC-a, dok se nedostaci najčešće očituju u području sigurnosti podataka.

5.1. Prednosti i učinci primjene

Učinke CC-a prikazuje slika 19, iz koje je vidljivo što donosi njegova primjena. Nova ekonomija donosi plaćanje samo onoga što se koristi, smanjenje troškova za pojedine korisnike koji u konačnici rezultira pomak u poslovanju. Davatelj usluge upravlja na jednostavniji i učinkovitiji način, jednostavnija je implementacija rješenja, bolja je pouzdanost i otpornost na pogreške. Pristup se kao što je već navedeno omogućava sa bilo kojeg mjesta, što značajno doprinosi povećanju produktivnosti.



Slika 19. Učinci uvođenja CC-a

Korisnici ne moraju kupovati vlastitu opremu već plaćaju samo korištenje usluge. Pri tome plaćaju koliko im treba umjesto iznajmljivanja uz pretplatu ili prethodne rezervacije resursa na duže vrijeme. Prednosti uvođenja CC-a u poslovanje:

- Neograničena skalabilnost,
- Plaćanje po potrošnji,
- Bez troškova uspostave i
- Nema troškova održavanje.

Takav oblik poslovanja posebno je pogodan za manje kompanije koje tek počinju sa poslovanjem i mogu izbjeći kupnju skupe opreme za izvršavanje određenih poslova.

CC omogućuje vlasnicima oblaka da ih iznajmljuju i po potrebi dodjeljuju resurse pojedinim korisnicima na osnovi potreba i prioriteta. Kod velikih infrastruktura iskorištenost i efikasna dodjela resursa je važna za dobro poslovanje. Iz perspektive korisnika stvara se mišljenje neograničenih IT resursa koje koristi po potrebi. To se obično postiže metodama virtualizacije i inteligentnim dodjeljivanjem resursa.

Prednosti možemo podijeliti prema skupinama korisnika:

- **privatni korisnici** (poslovni model koji omogućuje više od korištenja obične e-pošte, poput Gmail ili nekog drugog e-mail klijenta te pretraživača poput Googlea ili Binga,) i
- **poslovne korisnici** (nova tehnološka platforma koja omogućava da se razvojni inženjeri i programeri koncentriraju na implementaciju poslovne logike, umjesto da implementiraju infrastrukturu za izvršavanje i podršku rada aplikacija).

Prednosti CC-a za privatne korisnike:

- Korisnicima su dostupne najnovije verzije programa koje koriste,
- Programska podrška i podaci su dostupni sa svake lokacije gdje korisnik ima pristup Internet mreži,
- Manji troškovi održavanja i nadogradnje programske podrške,
- Nema troškova direktno vezanih za kupovinu hardvera te licenci za poslužiteljske operativne sustave, baze podataka, servera za e-poštu,
- Nema troškova za instalaciju i konfiguraciju te kasnije održavanje i
- U uslugu je uključena profesionalna antivirusna zaštita, a kod pretplate i arhiviranje (*backup*) podataka.

Prednosti CC-a za poslovne korisnike (razvojni inženjeri, programeri):

- Dostupnost aplikacija - sa svake lokacije koja ima pristup Internet mreži i dovoljnu brzinu veze.
- Skalabilnost aplikacija (mogućnost opsluživanja velikog broja korisnika), iskorištavanje velikog broja poslužitelja i računskih centara na različitim mjestima. Omogućava se jednostavniji proces razvoja aplikacija te mogućnost „kloniranja“ čime se omogućava veće opsluživanje različitih klijenata.
- Fleksibilnost u mijenjanju i prilagodbi aplikacija – mogućnost ažuriranja aplikacija na jednom centralnom mjestu, korisniku se omogućava ažuriranje prilikom pokretanja sustava. Mogućnost ažuriranja prema korisničkim zahtjevima.
- Stalno praćenje rada i održavanje infrastrukture – kod trenutnih rješenja troškovi pohrane podataka iziskuju jako troškova na osiguranje infrastrukture, aplikacija i podataka, upotrebom CC-a taj trošak je moguće znatno smanjiti, a kvaliteta usluge i performanse ostaju iste.

Uz navedene prednosti uvođenja CC-a u poslovne procese i živote privatnih korisnika postoji još uvijek pitanje sigurnosti i privatnosti podataka.

5.2. Nedostatci primjene

Najvažniji nedostaci CC okruženja se odnose na dostupnost i sigurnost. Osim navedenoga velik je nedostatak interoperabilnosti i nepostojanje standardizacije. Nedostatci se također mogu podijeliti u dvije skupine: za privatne i poslovne korisnike (razvojni inženjeri, programeri) [7].

Nedostatci CC-a za privatne korisnike:

- Problem dostupnosti - dostupnost podatka je moguća uz stabilnu Internet mrežu,
- Problem sigurnosti - pohrana i gubitak podataka, mogu narušiti odnos klijent/davatelj usluge i
- Problem ovisnosti o jednom pružatelju programske podrške, tj. usluga (zbog nedostatka standarda o zapisu podataka i njihovoj razmjeni između različitih platformi).

Nedostatci uvođenja CC-a za poslovne korisnike (razvojni inženjeri, programeri):

- Novi način razvoja aplikacija na standardiziranim platformama – trenutno na tržištu postoje različiti proizvođači i njihove platforme,
- Složen postupak premještanja aplikacija,
- Nedostatak standardizirane platforme za premještanje aplikacija sa oblaka na oblak i
- Problem sigurnosti.

Uz navedene nedostatke važno je osigurati razinu zadovoljstva korisnika za isporukom tražene usluge, kako ne bi došlo do poslovnih gubitaka.

6. Sigurnost i privatnost

Korisnici koji namjeravaju koristiti usluge temeljene na CC-u moraju se pridržavati dobro definiranih sigurnosnih pravila. Privatnost korisnika i sigurnost podataka utječu na CC zbog sve većeg korištenja usluga treće strane ili pružatelja usluge pohrane podataka [11]. Primjer toga su spomenute usluge kao što je *DropBox*, *Google Drive*, *iCloud* i ostali koji svoje podatke ne pohranjuju na serverima u našoj državi. Svaki korisnik trebao bi biti svjestan prilikom korištenja takvih usluga gdje se njegovi podaci nalaze.

6.1. Sigurnost podataka

Pružatelj CC usluge mora osigurati sigurnost i privatnost podataka, ali za korisničke podatke je odgovoran isključivo korisnik. Iz tog razloga mnoge tvrtke testiraju okruženja javnog oblaka sa manjom količinom podataka koja nije od kritične važnosti za tvrtku. Gubitak podataka za svaku tvrtku značio bi gubitak poslovanja te opstanak na tržištu. Sigurnost u podatkovnim centrima mora biti izvedena na najbolji mogući način iako danas na tržištu tehnološkog razvoja možemo reći da niti jedna tehnologija ne jamči apsolutnu sigurnost na Internetu. Pristup podacima komunikacijskim kanalom do podatkovnog centra u kojem neka tvrtka ima pohranjene podatke ili aplikacije mora zadovoljiti sve stupnjeve zaštite jer i on može biti kompromitiran.

Prilikom smještaja podataka u CC, korisniku je važno slijedeće:

- privatnost podataka,
- zaštita od neovlaštenog pristupa,
- integritet podataka,
- dostupnost,
- brz pristup podacima i
- ugovorni odnos koji će zakonski regulirati prava i obaveze i korisnika i pružatelja usluge.

Osim navedenoga važna je lokacija, kontrola i sigurnosni prijenos podataka. Kada se podaci nalaze na nekoj lokaciji moraju se uzeti u obzir:

- Specifični državni zakoni koji uređuju zaštitu podataka i načine na prava korištenja.
- Prijenos podataka izvan granice države, multinacionalna tvrtka sa podružnicama ili partnerima izvan matične države bi mogla biti zabrinuta za podatke koji se prenose izvan

granica zbog specifičnih zakona pojedinih država. Poseban problem može biti virtualizacija jer davatelj CC usluge možda ne zna gdje su podaci u određenom trenutku.

- Kolokacija podataka, iako su podaci u državi koja ima zakone koje odgovaraju korisniku, podaci mogu biti smješteni u bazi podataka zajedno s podacima druge tvrtke. U tom slučaju može doći do hakerskih napada na zajedničku bazu podataka te time do uništenja ili izmjene podataka.
- Korištenje podataka od treće strane, ako u ugovoru o usluzi (SLA) nije drugačije navedeno, podaci u javnom oblaku mogu biti korišteni za marketinške i slične aktivnosti.

Kontrola podataka važna je za korisnike u trenutku kada može doći do određenih problema, jer korisnik ne zna gdje su podaci fizički smješteni. Problemi koji se mogu dogoditi:

- Pružatelj CC usluga bankrotira te se njegovi serveri zaplijene ili prestanu raditi,
- Netko tuži davatelja CC usluge i sudskim putem dobije pristup svim serverima koje davatelj usluge ima,
- Dijelovi infrastrukture nisu dovoljno osigurani (posebno u pogledu fizičkog pristupa) te su tako korisnički podaci kompromitirani,
- Postoje dvije stvari koje se svakako moraju činiti i koje bi u navedenim slučajevima spasile osjetljive podatke:
 - Enkripcija osjetljivih podataka. Osim samih podataka potrebno je također kriptirati pričuvne kopije (backup) i svu komunikaciju putem mreže
 - Odabir drugog davatelja usluge i potreba automatiziranih i redovnih izrada pričuvnih kopija kako bi se osiguralo da se povijesni podaci mogu lako vratiti.

Siguran prijenos podataka potrebno je osigurati podaci na svojem putu ne bi bili vidljivi ili korišteni od strane treće osobe. Taj prijenos podataka može biti

- Unutar CC okruženja,
- Preko javnog Interneta i
- Između CC-a.

Sigurni prijenos podataka može se osigurati korištenjem virtualne privatne mreže (VPN-Virtual private network). Sa virtualnom privatnom mrežom podaci se kriptiraju i samo prijemna strana sa odgovarajućim ključem može dekriptirati poslane podatke. Kako bi se podaci mogli prikazivati u standardnom Internet pregledniku obično se koristi SSL-VPN (*Secure Sockets*

Layer virtual private network) veza. Za razliku od tradicionalne IPsec (*Internet Protocol Security*) VPN veze, SSL VPN ne zahtjeva instalaciju specijaliziranih programa na računalo.

6.2. Sigurnosne prijetnje

Prijetnja je događaj koji kada je realiziran može prouzročiti štetu sustavu i stvoriti gubitak povjerljivosti, integriteta i dostupnosti (*Confidentiality, integrity i availability* - CIA) sustava. Prijetnje mogu biti zlonamjerne, npr. namjerna izmjena osjetljivih podataka ili slučajne, kao što je slučajno brisanje osjetljivih podataka. S druge strane su ranjivosti, a to su slabosti unutar sustava koje mogu biti iskorištene od strane prijetnji. Dakle reduciranjem ranjivosti sustava se smanjuju moguće prijetnje.

Prijetnje za klasičnu telekomunikacijsku infrastrukturu su ujedno i prijetnje za računalstvo u oblaku, a to su:

- Prisluškivanje – primjeri prisluškivanja su socijalni inženjering, analiza podatkovnog prometa i trendova, *sniffing*, nadzor pritiska tipka na uređaju i sve ostale metode za ilegalno prikupljanje informacija koje će se upotrijebiti za budući napad na korisnika ili sustav,
- Prijevarena – se odnosi na promjenu integriteta podataka radi dobiti napadača, a primjeri su lažne transakcije, manipulacija podacima, itd.,
- Krađa – uključuje krađu podataka ili poslovnih tajni za profit te krađu hardvera ili softvera,
- Sabotaža – primjeri sabotaže su uskraćivanje usluge (*Denial of Service, DoS*), zaustavljanje proizvodnje i sabotaža integriteta podataka i
- Vanjski napadi – napadi koji ostvaruju napadači izvan sustava, primjeri su maliciozni virusi, skeniranje sustava ili mreže za dobivanje informacija o infrastrukturi sustava.

Za računalstvo u oblaku postoji velik broj podjela sigurnosnih prijetnji od strane raznih organizacija koje se bave sigurnošću. Ovdje će se spomenuti 6 od njih 12, sa kombinacijom nekolicine prijetnji u oblaku [33], [34].

Prijetnja povezana sa povredom podataka u CC okruženju. U CC-u znatno je veća količina pohranjenih podataka, a samim time je to odlična meta za napadače i ekstrakciju podataka za

svoju dobit. Iako se najčešće kod krađe povjerljivih podataka pomišlja na financijski osjetljive podatke, zapravo najrazornije je kada se penetrira u oblak vezan uz informacije iz zdravstva, poslovne tajne i intelektualno vlasništvo. Korisnici i poslovni partneri koji plaćaju usluge CC-a od organizacije i pohranjuju podatke putem te organizacije, a dogodi se povreda i krađa podataka od te organizacije, korisnici i poslovni partneri mogu tužiti tu organizaciju i tražiti odštetu. Sve usluge temeljene na CC-u koriste informacije/podatke u svome radu, tako da je potrebno kroz sigurnosne mehanizme identificirati osjetljive informacije/podatke te ih osigurati.

Slijedeća prijetnja je kompromitacija akreditacije i autentikacije, što može biti kao posrednik za povredu osjetljivih podataka. Nedostatak kvalitetne autentikacije, slabih lozinki i loše upravljanje dodjelom ključeva i certifikata, automatski prouzrokuje ranjivosti koje prijetnje mogu iskoristiti. Organizacije se još uvijek često bore sa upravljanjem identiteta što samih zaposlenika, tako i korisnika usluga CC-a. Velik broj razvijaa sustava za zaštitu, ugrađene akreditacije i kriptografske ključeve ostavljaju javno dostupne, npr. *GitHub*. Ključevi moraju biti zaštićeni i rotirani periodički, kako bi se izbjegli neautorizirani napadi od strane napadača koji koriste napad grube sile, koji mogu probiti lozinke i ključeve. Identiteti korisnika i zaposlenika moraju biti osigurani najvećim sigurnosnim mjerama, sa slojevitom zaštitom i decentralizacijom baza podataka o korisnicima.

Prijetnja vezana uz aplikacijsko programsko sučelje (*Application Programming Interface*, API) što svaka usluga koristi. Preko API sučelja upravlja se sa uslugama u oblaku, uključujući pružanje usluga, upravljanje i nadzor usluga. Sigurnost i dostupnost usluga u oblaku, od autentikacije i kontroli pristupa do enkripcije i nadzora ovise o sigurnosti API-a. Kada se uključuju organizacije treće strane, rizik se povećava, zbog toga što organizacija izlaže svoje usluge i akreditacije trećoj organizaciji, koja je može zbog svojih lošijih sigurnosnim mehanizama ugroziti. Loša sučelja i API-i izlažu organizaciju te ugrožavaju CIA trijadu i odgovornost organizacije. Tako da su API i sučelja najranjiviji kod računalstva u oblaku u današnje vrijeme, obzirom da su dostupni putem Interneta.

Iskorištavanje slabosti sustava je uvijek bila prijetnja, međutim povećanjem korištenja usluga CC-a, ta se prijetnja značajno povećala. Organizacije na oblaku razmjenjuju memoriju, baze podataka i druge resurse bez velikih sigurnosnim mehanizama, što omogućava napadačima veće mogućnosti jednom kada penetriraju sigurnosni perimetar. S druge strane krađa korisničkih računa nikada nije bila lakša za napadače, sada kada praktički svaka osoba sa

pristupom Internetu koristi usluge temeljene na CC-u. Napadači mogu prisluškivati aktivnosti, manipulirati transakcijama i izmjenjivati osjetljive podatke korisnicima usluga temeljena na računalstvu u oblaku te mogu koristiti same aplikacije u oblaku za lansiranje drugih napada.

Permanentni gubitak podataka je danas puno rjeđi kako su usluge u oblaku sazrele, ali hakeri sada imaju mogućnost permanentnog brisanja podataka organizacije, a podatkovni centri oblaka su jednako ranjive kao i od prirodnih prijetnji. Davatelji usluga u oblaku zato distribuiraju podatke i aplikacije kroz više geografskih područja, odvojeno jedno od drugog, ali ipak povezano. Zajedno sa neadekvatnom marljivošću čine petu prijetnju. Neadekvatna marljivost se odnosi na to da organizacije koji odluče koristiti usluge temeljene na CC-u, često nisu upoznati sa mogućim prijetnjama koje donosi CC. Donosi bezbroj prijetnji za trgovinu, financije, tehničke probleme itd. Također često organizacije ne proučavaju dobro ugovore i odgovornosti davatelja usluga u slučaju gubitka podataka organizacije.

Prijetnja zloupotrebljavanja usluga temeljenim na CC-u te napadi u obliku uskraćivanja usluge, DoS. Usluge u oblaku se mogu okoristiti za zlokojne aktivnosti, a najčešći je oblik korištenjem resursa CC-a za otkrivanje ključeva i lozinki te naposljetku pokretanje napada. To uključuje DoS napade, distribuirano uskraćivanje usluge, (*Distributed Denial of Service*, DDoS), slanje zlonamjernih e-mailova dohvaćajući e-maileve preko oblaka te *hostanjem* zlonamjernog sadržaja. Što se tiče DoS napada, godinama se već koriste, ali sve većom upotrebom usluga temeljenih na računalstvu u oblaku, DoS napadi su se ponovno istaknuli. DoS napadi imaju namjeru onesposobiti dostupnost poslužitelja i ometati rad određene organizacije, a ne postoji bolji način nego onesposobiti organizaciju napadom na računalstvo u oblaku koje koristi, onesposobljavajući rad organizacije i njenih usluga temeljenih na računalstvu u oblaku. Može se zamisliti ova vrsta napada kao zagušenje u prometu te je iznimno iritantno i usporava rad poslovanja, te potpuni pad sustava.

6.3. Zaštita podataka sigurnosnim mehanizmima

Kako bi se neutralizirala prva prijetnja, curenje ili povreda podataka, tj. zaštita podataka i sačuvao integritet, prvi je korak osigurati više vrsta autentikacije korisnika i enkripcije za osjetljive podatke. Kako bi se odredilo koji su to osjetljivi podaci, potrebno je klasificirati podatke te sukladno tomu dodijeliti korisnička prava zaposlenicima organizacije koji smiju i ne smiju pristupiti osjetljivim podacima. Određuje se koji podaci smiju biti dostupni javno, koji su

podaci osjetljivi, koji su privatni i koji su povjerljivi. Potrebno je provesti sigurnosnu politiku ne samo na računalstvo u oblaku, nego kroz cijelu organizaciju.

Enkripcija je najbitniji dio za sprječavanje ove ranjivosti gdje se digitalnim potpisima osigurava zaštita podataka/informacija. Enkripcija nastoji osigurati povjerljivost i integritet podataka svojim mehanizmom. Koristi algoritme zvane šifre za transformaciju običnog teksta u kriptirani podatak. Može biti simetrično, gdje se koristi isti javni ključ za enkripciju i dekripciju koji je dodijeljen od autoriziranog distributera ključeva. Druga vrsta enkripcije je asimetrična enkripcija sa dvije vrste ključeva, privatnim i javnim. Privatni se dodjeljuje svakom vlasniku zasebno za kriptiranje, a odgovarajući javni ključ za dekriptiranje. Privatni ključ je taj koji nudi integritet te autentikaciju. Zadnji mehanizam za zaštitu cjelovitosti i integriteta podataka je digitalni potpis. Njime su podaci unutar poruke autentični i integritet se dokazuje kroz autentikaciju. Poruka je prije slanja ovjerena digitalnim potpisom, a ako postoje neautorizirane modifikacije poruke, ta poruka se odbacuje [34].

7. Zaključak

Sve većom primjenom CC-a korisnicima se omogućava pristup podacima u svakom trenutku bez obzira gdje se oni nalaze, uz uvjet postojanja Internet mreže. Usluge temeljene na CC-u sve više su zastupljene u svim područjima rada poslovnih te privatnih korisnika.

U ovom radu napravljena je analiza usluga temeljenih na CC-u koje nude telekom operatori Hrvatski Telekom d.d. i Vipnet d.o.o. u području pohrane podataka, vođenja poslovanja i upravljanja sa klijentima, upravljanja dokumentima te ostalim uslugama.

CC svojom primjenom u navedenim uslugama nudi mogućnost unaprijeđena poslovnih procesa neke organizacije. Svojim prednostima omogućava smanjenje troškova te dostupnost usluge sa različitih mobilnih terminalnih uređaja i računala sa bilo koje lokacije koja ima pristup Internet mreži. Uz sve pozitivne strane primjene CC-a također postoje i one negativne, a najveći problem predstavlja sigurnost i zaštita podataka. Korisnici ne održavaju sami svoj sustav budući da je to pod kontrolom telekom operatora. Stoga je važno pratiti razvoj tehnologije i koristiti određene metode zaštite sustava te samih podataka koji se nalaze u CC-u.

Mrežni operateri većinu svojih usluga danas temelje na CC platformi, prema Eurostatu za 2016 godinu, 25% kompanija u Republici Hrvatskoj koristi usluge u CC-u. To je podatak iz koje se zaključuje da u RH tvrtke i korisnici imaju povjerenje u ovu tehnologiju jer je prosjek u zemljama EU 22%.

Danas je CC podloga za razvoj novih usluga temeljenih na konceptu Internet stvari. Brojna su istraživanja pokazala daljnji razvoj prema različitim izvedbama CC-a zbog sve veće količine podataka koja se nalazi u podatkovnim centrima.

Literatura

- [1] **Florschütz, M.:** *Mogućnosti uporabe Cloud tehnologije u poslovanju*, Svreučilište u Osijeku, Ekonomski fakultet, 2011
- [2] **Peraković, D., Periša, M.:** *Razvoj sustava za obradu podataka, Separati sa predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti*, 2017, [Online], Available: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Informacijski_sustavi_mreznih_operatera/Materijali/02_-_Razvoj_sustava_za_obradu_podataka.pdf, [Last accessed: 06-Aug-2017].
- [3] <https://developer.amd.com/resources/heterogeneous-computing/what-is-heterogeneous-computing/>, [Online], Available: <https://developer.amd.com/resources/heterogeneous-computing/what-is-heterogeneous-computing/>, [Last accessed: 28-Aug-2017].
- [4] **Simonović, M.:** *Tehnologija cloud computing-a*, Master rad, Univerzitet Sngidunum, Odjel za poslijediplomske studije, 2013
- [5] **Barišić, I.:** *Cloud sustavi i online baze podataka*, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, 2016
- [6] **Badger, L., Patt-corner, R., Voas, J.:** *Cloud Computing Synopsis and Recommendations Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*, 2012
- [7] **CERT, LS&S, L. za sustave i signale:** *Cloud Computing, NCERT-PUBDOC-2010-03-293*, 2010
- [8] **Calvey, J.:** *The Concept of Cloud Computing Design – Principles and Paradigms*, 2013, [Online], Available: <https://www.bodhost.com/blog/the-concept-of-cloud-computing-design-principles-and-paradigms/>, [Last accessed: 02-Aug-2017].
- [9] **Gartner, Research, C.:** *History and Vision of Cloud Computing, Cloud Computing*, [Online], Available: <https://timesofcloud.com/cloud-tutorial/history-and-vision-of-cloud-computing/>.
- [10] **Mell, P., Grance, T.:** *The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of*

the National Institute of Standards and Technology, 2011

- [11] **Voorsluys, W., Broberg, J., Buyya, R.:** *Introduction to Cloud Computing*, Cloud Computing: Principles and Paradigms, John Wiley & Sons, Inc., 2011, pp. 3–41
- [12] **Margaret, R.:** *Backup as a service (BaaS)*, [Online], Available: <http://searchdatabackup.techtarget.com/definition/backup-as-a-service-BaaS>, [Last accessed: 10-Aug-2017].
- [13] *Communications as a service (CaaS)*, [Online], Available: <http://www.gartner.com/it-glossary/communications-as-a-service-caas>, [Last accessed: 10-Aug-2017].
- [14] **Ricky, M., Magalhaes, M.L.:** *NaaS is the future of networking cloud based*, [Online], Available: <http://www.cloudcomputingadmin.com/articles-tutorials/naas/naas-future-networking-cloud-based.html>, [Last accessed: 10-Aug-2017].
- [15] *Best Database as a Service (DBaaS) Provider*, [Online], Available: <https://www.g2crowd.com/categories/database-as-a-service-dbaas>, [Last accessed: 10-Aug-2017].
- [16] **CERT, LS&S, L. za sustave i signale:** *Virtualizacija računala, CCERT-PUBDOC-2009-12-285*, 2009
- [17] **Kovačević Prelas, A.:** *Novi načini pripreme i oblici korištenja nastavnih materijala u funkciji inovativnog i učinkovitog obrazovanja*, Doktorski rad, Sveučilište J.J. Strossmayera, Ekonomski Fakultet u Osijeku, 2015
- [18] **Dalić, V.:** *Analiza uvođenja virtualne infrastrukture te studija isplativosti implementacije unutar obrazovnih ustanova*, Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu, 2009
- [19] **Liu, F., Tong, J., Mao, J., Bohn, R., Messina, J., Badger, L., Leaf, D.:** *NIST Cloud Computing Reference Architecture, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*, 2011
- [20] **Hlebec, D.:** *Application of cloud computing in business*, Završni rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Odjel za informacijsko - komunikacijske tehnologije, 2016

- [21] **Željko, P.:** *Elektroničko poslovanje druge generacije*, Biblioteka Informatika / Ekonomski fakultet, Zagreb, 2013
- [22] **Samantha, M.:** *Cloud Types: Private, Public and Hybrid*, [Online], Available: <http://www.asigra.com/blog/cloud-types-private-public-and-hybrid>, [Last accessed: 11-Aug-2017].
- [23] **Drake, N.:** *Top 10 best cloud storage services of 2017*, 2017, [Online], Available: <http://www.techradar.com/news/top-10-best-cloud-storage-services-of-2017>, [Last accessed: 15-Aug-2017].
- [24] *www.dropbox.com*, [Online], Available: <https://www.dropbox.com/>, [Last accessed: 15-Aug-2017].
- [25] <https://mega.nz/>, [Online], Available: <https://mega.nz/start>, [Last accessed: 15-Aug-2017].
- [26] <https://mobiletrans.wondershare.com/restore/icloud-vs-onedrive-vs-dropbox-vs-google-drive.html>, [Online], Available: <https://mobiletrans.wondershare.com/restore/icloud-vs-onedrive-vs-dropbox-vs-google-drive.html>, [Last accessed: 15-Aug-2017].
- [27] **Felix:** *Cloud Storage Report 2017 – Dropbox Loses Market Share But is Still the Biggest Provider on Mobile*, [Online], Available: <https://blog.cloudrail.com/cloud-storage-report-2017/>, [Last accessed: 15-Aug-2017].
- [28] *OliveBox*, [Online], Available: <https://ictmarketplace.hr/productdetail.aspx?prodid=26b1e869-c47f-4a1c-86c4-5e5cba8dacef&>, [Last accessed: 16-Aug-2017].
- [29] **Štefanac, M.:** *Web sustav za upravljanje dokumentima temeljem polustrukturiranih baza podataka*, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacija i informatike, Varaždin, 2016
- [30] *www.hrvatskitelekom.hr/poslovni/ict/cloud/upravljanje-dokumentima*, [Online], Available: <https://www.hrvatskitelekom.hr/poslovni/ict/cloud/upravljanje-dokumentima>, [Last accessed: 16-Aug-2017].

- [31] www.hrvatskitelekom.hr/poslovni/ict, [Online], Available:
<https://www.hrvatskitelekom.hr/poslovni/ict>, [Last accessed: 23-Aug-2017].
- [32] www.vipnet.hr/cloud/naslovna, [Online], Available:
<http://www.vipnet.hr/cloud/naslovna>, [Last accessed: 23-Aug-2017].
- [33] **Rashid, F.Y.:** *The dirty dozen: 12 cloud security threats*, 2016, [Online], Available:
<https://www.infoworld.com/article/3041078/security/the-dirty-dozen-12-cloud-security-threats.html>, [Last accessed: 20-Aug-2017].
- [34] **Krutz, R.L., Vines, R.D.:** *A Comprehensive Guide to Secure Cloud Computing*, Wiley Publishing, Inc., 2011

Popis ilustracija

Slika 1. Cloud Computing ili računalstvo u oblaku, [8].....	4
Slika 2. Povijesni razvoj CC-a [9].....	5
Slika 3. Ključne karakteristike, modelu usluge i implementacije, [7]	6
Slika 4. Ključne karakteristike CC-a.....	8
Slika 5. Klasični modeli usluga u CC-u [2]	9
Slika 6. Pojednostavljeni prikaz virtualizacije	13
Slika 7. Referentni model arhitekture CC-a, [20]	14
Slika 8. Primjer usluga dostupnih korisniku oblaka, [19].....	15
Slika 9. Primjer privatnog oblaka koji se nalazi u podatkovnom centru tvrtke	17
Slika 10. Javni oblak	18
Slika 11. Hibridni oblak kombinira modele javnog i privatnog CC-a	19
Slika 12. Dropbox desktop sučelje	21
Slika 13. Google Drive desktop sučelje	21
Slika 14. Mega desktop sučelje, [25]	22
Slika 15. iCloud desktop aplikacija, [26]	23
Slika 16. Postotak korisnika koji koriste usluge pohrane podataka [27]	23
Slika 17. Utjecajni čimbenici CRM-a	24
Slika 18. Životni vijek dokumenta, [30]	25
Slika 19. Učinci uvođenja CC-a	28



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Arhitektura Cloud Computing platforme**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, _____ 4.9.2017

Student/ica:

Antonia Traube

(potpis)